



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Diseño de sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo
del fundo El Ciruelo caserío la Pintada-Túcume”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Chozo Sandoval, Concepción Arsenio (ORCID: 0000-0001-7383-6819)

ASESOR:

Dr.: Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión, distribución

CHICLAYO PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a toda mi familia, en especial a mi esposa Lucero por su gran amor, comprensión y apoyo. A mis hijas Annie Selene y Valeria Belén quienes son el motor que me impulsa a seguir creciendo como profesional. A mis padres Clara y José por creer en mí y darme todo el cariño y ternura.

Concepción Arsenio Chozo Sandoval

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios, por haber guiado e iluminado mi vida, para poder caminar en esta ardua tarea profesional.

Mi agradecimiento especial al ingeniero Aníbal Jesús Salazar Mendoza asesor de este proyecto de investigación, por su dedicación y compromiso.

A la universidad César Vallejo de Chiclayo por ayudarme a cumplir uno de mis más anhelados sueños.

Al ingeniero Anthony Joel Llauce Chozo por su apoyo incondicional.

Concepción Arsenio Chozo Sandoval



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Mgtr. Dante Omar Panto Carranza
Coordinador de Ingeniería Mecánica Eléctrica

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 11:00 horas del día 17 de diciembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 197-2019-UCV-EPIME, de fecha 12 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO EL CIRUELO CASERÍO LA PINTADA-TÚCUME.", presentada por el Br. Chozo Sandoval Concepción Arsenio con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el Jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mg. Dante Omar Panto Carranza
- **Secretario** : Dr. Daniel Carranza Montenegro
- **Vocal** : Mg. Edilbrando Vega Calderón

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por mayoría

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 17 de diciembre de 2019

Mg. Dante Omar Panto Carranza

Presidente

Dr. Daniel Carranza Montenegro
Secretario

Mg. Edilbrando Vega Calderón
Vocal

IMPRESO EN
CHICLAYO, PERÚ

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, CONCEPCIÓN ARSENIO CHOZO SANDOVAL, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 41991415, con el trabajo de investigación titulada,


"DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO EL CIRUELO CASERÍO LA PINTADA-TÚCUME."

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 21 enero de 2020.



CONCEPCIÓN ARSENIO CHOZO SANDOVAL
41991415

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema	5
1.3.1. Energía solar	5
1.3.2. Radiación solar	5
1.3.3. Sistemas fotovoltaicos	6
1.3.4. Sistema de bombeo fotovoltaico	6
1.3.5. Descripción del sistema de bombeo fotovoltaico	6
1.3.6. Subsistema de distribución y acumulación.	6
1.3.7. Riego para un cultivo de maíz amarillo con sistema por goteo	7
1.4. Formulación del problema	8
1.5. Justificación del estudio	8
1.6. Hipótesis	9
1.7. Objetivos	9
1.7.1. Objetivo general	9
1.7.2. Objetivos específicos	9
II. MÉTODO	10
2.1. Diseño de investigación	10
2.2. Variables, operacionalización	10
2.3. Población y muestra	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	13

2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	13
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	13
2.4.3.	Validez y confiabilidad	14
2.5.	Métodos de análisis de datos	14
2.6.	Aspectos éticos	14
III.	RESULTADOS	15
3.1.	Método convencional de bombeo de agua	15
3.1.1.	Riego para un cultivo de maíz amarillo con Sistema convencional de bombeo	15
3.2.	Diseño del sistema de riego tecnificado	16
3.2.1.	Pérdidas de carga	19
3.3.	Evaluar los valores de la radiación solar en zona del proyecto	25
3.4.	Dimensionar el sistema de bombeo fotovoltaico para el fundo	32
3.4.1.	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	38
3.5.	Calcular la máxima energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico (sfv)	41
3.6.	Evaluar el costo del sistema de bombeo fotovoltaico y la rentabilidad económica	43
3.6.1.	Análisis de la inversión del proyecto	43
3.6.2.	Tipo de crédito bancario	46
3.6.3.	Tasa de descuento	46
3.6.4.	Evaluación del proyecto	46
3.6.5.	Ingresos y egresos	46
3.6.6.	Análisis de las variables económicas	49
IV.	DISCUSIÓN	50
V.	CONCLUSIONES	51
VI.	RECOMENDACIONES	53
	REFERENCIAS	54
	ANEXOS	58
	Acta de aprobación de originalidad de tesis	79
	Reporte de turnitin	80
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	81
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación	82

Índice de figuras

Figura 1.Construcción de riego tecnificado	7
Figura 2.Equipos utilizados por agricultores de la zona	15

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variable independiente	11
Tabla 2. Operacionalización de variable dependiente	12
Tabla 3. Costo de bombeo con sistema convencional	16
Tabla 4. Dimensiones más comunes de tubos utilizados para los ramales	18
Tabla 5. Diámetros de tuberías de presión	18
Tabla 6. Coeficiente de CHRISTIANSEN (F)	20
Tabla 7. Coeficiente de pérdidas de carga K	22
Tabla 8. Resumen de pérdidas	25
Tabla 9. Medición de radiación solar en campo	27
Tabla 10. Medición de la Radiación solar en campo	29
Tabla 11: Insolación del sitio	31
Tabla 12. Valores de la constante Z	32
Tabla 13: Requerimiento de Demanda de agua para cultivo de maíz	33
Tabla 14: Demanda máxima de agua para un cultivo de maíz amarillo – riego por goteo	34
Tabla 15: Valores de rugosidad	35
Tabla 16: Eficiencia de la bomba	38
Tabla 17. Características técnicas del panel solar	40
Tabla 18. Características del Módulo de control	40
Tabla 19. Energía generada por el sistema fotovoltaico (SFV)	41
Tabla 20. Balance de energía generada y energía consumida	42
Tabla 21. Metrado y presupuesto	44
Tabla 22. Costo total del proyecto	45
Tabla 23. Tasa Activa Anual %.	46
Tabla 24. Depreciación de los equipos según su vida útil	47
Tabla 25. Flujo de fondos trazados en 20 años.	48
Tabla 26. VAN del Proyecto.	49
Tabla 27. TIR del Proyecto	49

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en el fundo “El Ciruelo” del Caserío La Pintada, Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque Departamento de Lambayeque, de propiedad del Sr. Sebastián Granados Lozada. Quien en la actualidad se dedica al cultivo agrícola, y que debido a la escasez de agua muchas veces ha perdido su producción, ya que solo cuentan con el sistema de riego por inundación en épocas de avenidas que se da en El Rio La Leche, y además el servicio de energía eléctrica suministrada por parte de Electronorte S.A, quien es la concesionaria del departamento se da mediante un servicio monofásico con un transformador de 25KVA que se encuentra trabajando casi al 100% de su potencia total y el terreno se encuentra a 1.5 Km de la red de baja y a 2 Km de la red de media tensión. Es por eso que el señor Sebastián Granados Lozada se ve en la necesidad de utilizar un grupo electrógeno a gasolina, que le permite generar y abastecer de energía eléctrica al sistema de bombeo y poder efectuar el riego por inundación en su parcela. Pues considerando que en la zona existe una gran radiación solar, se optó por realizar el estudio del proyecto, de utilizar energía renovable para un sistema de bombeo fotovoltaico y suministrar agua por riego tecnificado que ayudara a la mejor producción de sus cultivos y mejorar su economía familiar ya que el sistema que utiliza origina mucho consumo de combustible y desperdicio de agua afectando su economía.

Para poder llevar a cabo nuestro proyecto, se optó por diseñar el sistema de riego tecnificado para el área de terreno que se desea regar, además se pudo establecer el caudal de agua requerida y las pérdidas de carga que se originan. También se ha tenido en consideración la radiación solar que existe en la zona de estudio, para esto se utilizó el software de dimensionamiento fotovoltaico NASTEC, que nos proporcionó datos estadísticos de la radiación solar de todo un año. Con esta información se pudo realizar los cálculos tanto de la energía requerida como la potencia de los paneles, para luego dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico.

Al realizar la evaluación económica del proyecto en un horizonte de 20 años, se llegó a la conclusión que el proyecto si es rentable. Por lo tanto, se recomienda seguir apostando por este tipo de tecnología, en beneficio de la agricultura de nuestros pueblos que aún continúan con problemas en sus sistemas de riego.

Palabras Claves: sistema de bombeo, sistema fotovoltaico, energía eléctrica

ABSTRACT

The present research was carried out in the farm "El Ciruelo" hamlet La Pintada , Túcume District, Lambayeque Province, Lambayeque Department, owned by Mr. Sebastián Granados Lozada , Who is currently engaged in agricultural cultivation, and that due to the shortage of water has often lost its production, since they only have the irrigation system in times of floods that occurs in El Rio La Leche, besides, the electric power service provided by Electronorte SA, which is the concessionaire of the department it provided by a single-phase service with a 25KVA transformer that is working almost 100% of their total power and the land is 1.5 Km. of the low network and 2 km of the medium voltage network. For this reason Mr. Sebastián Granados Lozada sees the need to use a diesel generator set, which allows him to generate and supply electrical power to the pumping system and be able to effect irrigation by flooding of his plot. Well, considering that the area there is a great amount of solar radiation, we chose to study the project, to use renewable energy for a photovoltaic pumping system and to supply water by technical irrigation that will help the best production of their crops and improve their economy family since the system that uses causes a lot of fuel consumption and waste of water affecting their economy.

In order to carry out our project, we chose to design the technified irrigation system for the area of land that we wish to irrigate, and we were able to establish the required water flow and the load losses that originate. Taking into consideration the solar radiation that exists in the study area, for this the NASTEC photovoltaic sizing software was used, which provided statistical data on solar radiation for a whole year. With this information it was possible to calculate the required energy and the power of the panels, to then dimension the components of the photovoltaic system.

When carrying out the economic evaluation of the project in a horizon of 20 years, it was concluded that the project is profitable. Therefore, it is recommended to continue betting on this type of technology, for the benefit of the agriculture of our towns that still continue with problems in their irrigation systems.

Keywords: pumping system, photovoltaic system, electric power.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional

Suministro eléctrico, un recurso muy importante para que un país pueda crecer y desarrollarse económicamente, pues ésta es la fuente que hace posible el funcionamiento de máquinas y artefactos eléctricos, que son esenciales en el trabajo. El suministro que se genera para nuestro uso se hace con combustibles fósiles, se está optando por utilizar energías renovables tales como la geotérmica, solar, eólica, etc. Ya que este tipo de energías son limpias e inagotables y abundan en la naturaleza.

Actualmente existen diferentes tipos de tecnología que ayudan a utilizar este tipo de energías renovables, que al utilizarlas adecuadamente nos creara una alternativa económica factible. Tanto en el sector doméstico, industrial y agropecuario (SALMERON Rodriguez & BLANDON Rivas, 2014).

Nicaragua

En el año 2010 el proyecto PRODESEC del IDR ayudo a los pequeños productores que se encuentran en los sectores, con la excavación de hoyos que eran accionados equipamiento de bombeo.

Pero en el año 2012, en la comunidad de Manantial, municipio de Jinotepe, en departamento de Carazo, la fundación San Lucas realizo un proyecto utilizando energía solar en los sistemas de bombeo de agua. Además, empezando por la clasificación de los productos que cultivan proyectándose a tener alimento todo el año. Este proyecto tuvo el apoyo de la Universidad Nacional Agraria – Trocaire (SALMERON Rodriguez & BLANDON Rivas, 2014).

México

En la actualidad cuenta con equipamiento que originan grandes cantidades de gases que contaminan y agotan otras fuentes, como el agua. Es por eso que al utilizar energías renovables nos va ayudar a disminuir la problemática ambiental que se genera con la utilización de estos sistemas convencionales.

En este caso, México está dentro de los cinco países con mayor potencial de energía solar a nivel mundial. Ya que la energía promedio que recibe al día es de 5 KWh/m², pues se estima la potencia energética bruta igual a 50 veces que la electricidad total generada en el país.

Por lo que el desafío para México es convertir su nivel de energía en un sistema productivo que jale inversiones estableciendo productos de competitividad relacionados a tecnologías de punta estableciendo trabajos bien remunerados (PRO MÉXICO , 2017).

Chile

En el Censo que se realizó, en el año 2002, se pudo verificar que hay lugares donde los servicios básicos aún son escasos tales como la energía eléctrica, agua potable y desagüe.

Pues el 4 % no cuenta con energía eléctrica y el 9% no tiene agua potable, es por eso la necesidad de optar por nuevas formas de generar energía en los lugares que se encuentran fuera del interconectado eléctrico (GODOY Ortiz, 2016, pág. 9).

En Chile, la base principal para el desarrollo de su economía nacional, está apoyada principalmente en la agricultura, pesca y en la fabricación de alimentos, donde el agua es el recurso principal. Ya que el 73 % de la Producción de agua está destinada al sector agrícola para su desarrollo, mientras que casi el 21 % está destinado para la industria y minería.

Según el ministerio de agricultura, señala que del millón de hectáreas de terreno fértil solo el 50% utiliza equipos tecnificados. Donde la eficiencia que puede alcanzar es del 90 % en la distribución del agua. Por otro lado, el 50 % que utiliza sistemas de riego tradicionales solo alcanza una eficiencia menor al 45 %. Es por eso que para disminuir los altos costos y mejorar la efectividad de la energía se está buscando soluciones modernas y avanzadas como la generación de energía eléctrica con recursos renovables (NUÑEZ Ahumada, 2018, pág. Xii y Xiii).

A nivel nacional

Existen zonas donde la agricultura es el eje fundamental que mueve la economía de los hogares y el desarrollo de las localidades.

Así mismo la unidad de riego (MINAGRI, Plan Estrategico Sectorial Multianual 2012-2016, 2012, pág. 12), de los 128.5 lugares por has de la superficie la mitad es terreno agrícola es decir el 6% del total solo sirve para sembrar productos para la alimentación. Donde en la actualidad solo 5.4 millones de hectáreas son utilizados mientras que 2.2 millones no se utilizan debido a la escasez de agua o porque se encuentran fuera del interconectado eléctrico nacional. Es por eso que la tendencia de implementar sistemas de bombeo accionados con paneles fotovoltaicos, es una de las alternativas que mejor se está desarrollando en lugares donde la necesidad de energía eléctrica aún es de difícil acceso, ya que esta tecnología ha demostrado ser una de las más viables y efectivas por su fácil instalación y mantenimiento

y porque es una alternativa rentable, limpia e inagotable, disminuye el CO₂ ayudando a proteger el medio ambiente.

Además, se muestran que la potencia fotovoltaica alcanzada hasta mediados del 2016 es de 96MW, la misma que tenía a finales del 2015. sin embargo estas solo incluyen a las cinco plantas solares instaladas en la región Tacna sin contemplar las de generación distribuidas y no conectadas a la red. es por eso que el compromiso de los responsables en el MEM es llegar al 100% de la electrificación rural del país haciendo uso de sistemas fotovoltaicos beneficiando a 2,9 millones de habitantes.

A nivel local

En el Caserío La Pintada el fundo “El Ciruelo” de propiedad del Sr. Sebastián Granados Lozada. Quien en la actualidad se dedica al cultivo agrícola, y que debido a la escasez de agua muchas veces ha perdido su producción, ya que solo cuentan con el sistema de riego por inundación en épocas de avenidas que se da en El Rio La Leche, y además el servicio de energía eléctrica suministrada por parte de Electronorte S.A quien es la concesionaria del departamento se da mediante un servicio monofásico con un transformador de 25KVA que se encuentra trabajando casi al 100% de su potencia total y el terreno se encuentra a 1.5 Km de la red de baja y a 2 Km de la red de media tensión. Es por eso que el señor Sebastián Granados Lozada, se ve en la necesidad de utilizar un grupo electrógeno a gasolina, que le permite generar y abastecer de energía eléctrica al sistema de bombeo y poder efectuar el riego por inundación en su parcela. Pues considerando que en la zona existe una gran radiación solar, se optó por realizar el estudio para utilizar energías libres en el ambiente para realizar riegos tecnificado que ayudara a la mejor producción de sus cultivos y mejorar su economía familiar ya que el sistema que utiliza origina mucho consumo de combustible y desperdicio de agua afectando su economía.

1.2. Trabajos previos

(CAMPUSANO Bautista & CAMPUSANO Bautista, 2016) En su tesis de grado **“ESTUDIO DE PERFIL DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DEL MUNICIPIO DE DIRIAMBÁ”** para optar el título de Ingeniero Eléctrico, presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería de Managua. Menciona en su resumen, que la instalación de sistemas de bombeo fotovoltaico para el riego de terrenos agrícolas, consumo humano y ganadero, es una técnica que ha alcanzado gran aceptación del servicio de energía eléctrica aún se encuentra fuera del alcance. Pues esta técnica con el transcurrir de los años ha evidenciado ser muy acertada el abastecimiento donde aún se utilizan combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica en sus equipos de bombeo de agua.

También menciona que este sistema tiene grandes ventajas, como la fácil instalación y el fácil mantenimiento que se le brinda ya que proviene de una fuente limpia e inagotable.

(GODOY Ortiz, 2016) En su informe de proyecto de título **“DISEÑO DE SISTEMA DE REGADÍO EN ZONA RURAL CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA”** para optar el título de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad Católica de La Santísima Concepción de Chile. Concluye que el empleo de la energía solar fotovoltaica en los sistemas de bombeo de agua para la agricultura, en zonas de difícil acceso a la energía eléctrica, es muy beneficioso y productivo, pues ayuda al desarrollo de la agricultura; ya que, mediante este sistema, la producción del terreno podría aumentar en más del 100%. Como es en este caso la cosecha de tomates que aumentaría enormemente de 24,5 a 80 toneladas. Además, por ser una energía limpia comparada con combustibles fósiles esta no genera gastos más que para el mantenimiento de algún equipo.

(AUCCACUSI Montejó, 2014) En trabajo, sostiene que al llevar a cabo el estudio técnico y económico donde se consideró que el mes de noviembre es el más seco del año en Muskarumi – Pucyura – Cusco; y que la cantidad de agua necesaria para regar 3 hectáreas de terreno de cultivo en esta zona es de 3 l/s aproximados, por lo tanto, tendrían que bombearse 282 m³ de agua al día para poder cubrir el total de terreno a regar, y que la mejor manera de realizar este sistema de riego es por aspersión. Donde los tipos de aspersores determinarían la presión aproximada de 3.5 bar. Y poder darle altura al tanque que se va a utilizar. Con todos estos datos considerados en su estudio técnico se pudo determinar el tipo ideal de

sistema de bombeo fotovoltaico, que ayudara a una mejor producción agrícola que sería de dos veces al año en vez de una.

(DIAZ Castañeda, 2016) En su tesis manifiesta que se deben utilizar energía renovables para aumentar la calidad de vida de los usuarios finales ya que en estos caseríos se identificó el problema siendo este la escases de agua para lo cual se logró identificar el estado de pobreza en que viven y que de acuerdo a FONCODES, estos están en un nivel muy bajo, donde el nivel de analfabetismo para hombres y mujeres hasta el 2007 era de 8,9% y 10,5% respectivamente, y que las causas principales de la cantidad de enfermos que se presentan son por enfermedades del sistema respiratorio y enfermedades infecciosas y parasitarias según DIGESA.

Es por eso que en proyecto se utiliza un sistema de bombeo fotovoltaico que cumpla las características del lugar permiten aprovechar las condiciones climatológicas. Y de esta manera ayudar a aumentar el beneficio a los usuarios; pues mejorara sus condiciones de salubridad, tendrán más educación, reducirá sus gastos económicos y ayudara al desarrollo de la comunidad.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Energía solar

Siendo el sol fuente de luz primaria que se puede utilizar brindando beneficio a nuestro favor de forma directa o de forma indirecta produciendo de esta forma gran cantidad de energía dirigida a nuestra tierra produciendo de esta forma calor siendo conocida como térmica solar (ALATA Rey, 2015, pág. 7).

1.3.2. Radiación solar

Es una magnitud escalar tomada por equipamiento estratégico de toma de datos de irradiación sola su unidad es el W/m^2 (ARENAS Sanchez & ZAPATA Castaño, 2011, pág. 22).

Directa: es la que sin importa área y tiempo llega directamente a la superficie.

Reflejada: es la energía direccionada por una reflexión o se necesita de algún objeto que pueda reflejar para poder incidir en la superficie (SALMERON Rodriguez & BLANDON Rivas, 2014)

Difusa: es la entregada por el sol y direccionada a todas direcciones (ARENAS Sanchez & ZAPATA Castaño, 2011).

Horas sol pico: efecto producido por la incidencia de horas determinadas de 1000W/m² dando una equivalencia a la emitida de forma global (SALMERON Rodriguez & BLANDON Rivas, 2014, pág. 11 y 12).

1.3.3. Sistemas fotovoltaicos

Son un conjunto de equipos que suministran energía eléctrica a sistemas eléctricos gracias a la radiación solar (MORAN Santamaria, 2013, pág. 24).

1.3.4. Sistema de bombeo fotovoltaico

El equipamiento fotovoltaico (SBF) utiliza un sistema generador para suministrar a una electrobomba con la finalidad de sustraer agua del subsuelo. Estos sistemas de generación utilizan la energía solar que es abundante en el ambiente y la procesan de tal forma que la conviertan en energía eléctrica para ser utilizada para el consumo humano o para el beneficio de cada usuario de forma independiente o en global (PERPIÑAN Lamigueiro, 2018, pág. 113).

1.3.5. Descripción del sistema de bombeo fotovoltaico

Formada principalmente por un generador solar, por el sistema de acumulación debidamente instalado y con la seguridad del caso para su perfecto funcionamiento (CAMPUSANO Bautista & CAMPUSANO Bautista, 2016, pág. 23 y 24).

Motobomba: son equipos de potencia que son usualmente utilizados para la sustracción de agua del subsuelo y brindarla para uso doméstico o agrícola.

Motor eléctrico: equipamiento electromecánico que mediante fuerza motriz impulsa mecánicamente fuerza para que esta a su vez pueda transmitir voltaje a equipamientos eléctricos (PERPIÑAN Lamigueiro, 2018, pág. 113 y 115).

1.3.6. Subsistema de distribución y acumulación.

Los sistemas de bombeo fotovoltaicos sin almacenamiento no proveen agua cuando el sol brilla. Las necesidades de agua para consumo necesitan un recipiente de acumulación para el almacenamiento de agua y esta pueda ser utilizada posteriormente de forma gradual en usos domésticos y usos agrícolas (MORAN Santamaria, 2013, pág. 96 y 97).

1.3.7. Riego para un cultivo de maíz amarillo con sistema por goteo

Es una activa que utiliza directamente o indirectamente agua almacenada en recipientes, así como también se puede utilizar directamente de la fuente de obtención comúnmente llamados pozos y utilizada para los riegos o sistemas de agua a viviendas (NUÑEZ Leonardo , 2015, pág. 21).

Ventajas:

- Es utilizable para todos los sistemas de riego.
 - Tiene eficiencia es óptima.
 - Utilizable en todo terreno con pendientes o suelos no gruesos.
 - Es de fácil uso y manejo.
 - Existe pocas perdidas en el recorrido ya que se aplica directamente al plantón.
- (MENDOZA Martinez, 2013).

Componentes del sistema de riego por goteo:

Consta con los siguientes elementos

- a) Afluente de liquido
- b) Sistema de electrobombas
- c) Sistema de riego
- d) Tubería tendida para riego
- e) Rociadores o goteros

(ASCENCIOS Templo, 2012).

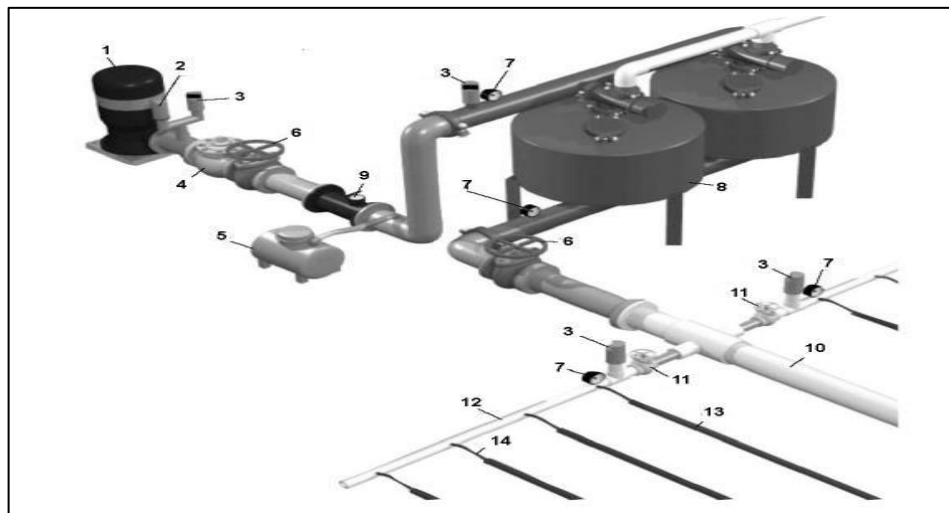


Figura 1. Construcción de riego tecnificado

Fuente: (ASCENCIOS Templo, 2012)

1.4. Formulación del problema

¿Es factible diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo el Ciruelo caserío La Pintada-Túcume?

1.5. Justificación del estudio

Tecnológica

Se justifica tecnológicamente ya que es de gran importancia porque permite el uso de nuevas tecnologías en los sistemas de bombeo agrícola, los mismos que ayudan al desarrollo de nuevos sistemas de riego para cubrir la demanda de agua en un terreno de cultivo, y de esta forma mejorar la producción agrícola.

Social

En la actualidad los sistemas de bombeo con energías renovables, como son los sistemas de bombeo fotovoltaicos son muy importantes para el desarrollo de la sociedad ya que permite mejoras en los sistemas de riego agrícola. Pues esta tecnología permitirá mejorar la producción agrícola en el fundo el Ciruelo del caserío la Pintada.

Económica

El uso de la energía fotovoltaica es mucho más barato que cualquier otro tipo de energía eléctrica generada con combustibles fósiles, pues ésta solo necesita la energía del sol el suministro eléctrico y no requiere de un operador para su normal funcionamiento más que para darle mantenimiento.

Ambiental

Es energía limpia, ya que emana el mínimo de gases tóxicos, como lo hacen el hidrocarburo fósil, ayudará a reducir la contaminación del medio ambiente.

El coordinador de Conservación de Bosques del Ministerio del Ambiente, Gustavo Suárez De Freitas, explicó que las razones principales de las emisiones de dióxido de carbono en el Perú son la tala y quema de árboles, el inadecuado manejo de la tierra y la ganadería en el sector agricultura, así como el alto consumo de energía, agua y transporte en las ciudades. El funcionario agregó que dos tercios de la producción del CO₂ se relacionan con el mal uso de la tierra (tala y quema de árboles) y malas prácticas en la agricultura y ganadería, mientras que un tercio restante es por el transporte, energía, presencia de desechos en el ambiente y procesos industriales en las ciudades.

1.6. Hipótesis

El diseñar un sistema fotovoltaico, nos permitirá saber si es posible suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo El Ciruelo caserío La Pintada-Túcume.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo el Ciruelo caserío la Pintada-Túcume.

1.7.2. Objetivos específicos

- Diseñar el sistema de riego tecnificado.
- Evaluar los valores de la Radiación solar bajo las condiciones climáticas que se dan en la zona del proyecto.
- Dimensionar el sistema de bombeo fotovoltaico de acuerdo con los recursos necesarios que se dan en el fundo.
- Calcular la máxima energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico (SFV).
- Evaluar el costo del sistema de bombeo fotovoltaico y la rentabilidad económica.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación que se presenta en este proyecto es aplicada, ya que se utilizarán los conocimientos de ingeniería obtenidos para solucionar el problema que se presenta.

Descriptiva ya que se utilizará el método de observación directa en la recolección de datos, en la misma zona. Este análisis tratará de que los resultados de la variable dependiente (Suministro de energía eléctrica), varíen en relación a la segunda variable (Diseño de sistema fotovoltaico).

Diseño

El tipo de diseño en esta investigación será no experimental ya que las variables no se podrán manipular, se aceptarán tal y como salgan los resultados.

2.2. Variables, operacionalización

Variable independiente

Diseño de sistema fotovoltaico

Variable dependiente

Suministro de energía eléctrica.

Tabla 1. Operacionalización de variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable Independiente: Diseño Sistema fotovoltaico	Serie de procedimientos con la única finalidad de dimensionar sistemas operativos que suministren energía utilizando la irradiación solar (ARENAS Sanchez & ZAPATA Castaño, 2011).	Grupo de elementos eléctricos que utilizan la energía solar y la convierten en suministro eléctrico.	KW/m² Amperios /hora Watts (w)	Razón	Mediciones con Solarímetro

Fuente Propia

Tabla 2. Operacionalización de variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable dependiente: Suministro Energía eléctrica	Servicio que se brinda por concesionarias para contribuir al sano esparcimiento y al mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios finales de tal forma que tengan acceso a la información utilizando equipamiento eléctrico con suministro eléctrico.	Máxima demanda de energía Pérdidas en la distribución de energía	KW/h	Razón	Fichas de recolección de datos

Fuente: Propia

2.3. Población y muestra

En el desarrollo de este proyecto de investigación, se pudo verificar que la población y la muestra son las mismas, ya que ha sido aplicado a un lugar en particular como es el fundo El Ciruelo caserío La Pintada-Túcume, por lo tanto, no se han desarrollado técnicas de muestreo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

a) Observación directa

Se realizará en el lugar, el cual es el objeto de estudio, para registrar al detalle toda la carga existente, que servirá los datos para el dimensionamiento teniendo en cuenta el consumo y por ende el sistema de generación fotovoltaico

b) Análisis de documentos

Se tendrá en consideración la información de trabajos realizados por otros autores, así como toda la bibliografía recolectada que tenga referencia con la investigación.

c) Entrevista

Se le hizo al propietario del fundo “El Ciruelo” con quien se pudo analizar los problemas que causa la falta de agua para su cultivo, y el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica en el sistema de bombeo de agua. La entrevista se dio de la mejor manera ya que las preguntas y respuestas fueron concretas.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

a) Ficha inspección

Mediante este instrumento se registrará toda la información necesaria, que servirá para determinar el requerimiento de energía eléctrica y abastecer al sistema de bombeo del fundo el Ciruelo. Este instrumento tiene dos partes, en la primera parte se anotarán los datos del propietario del fundo El Ciruelo, dirección y datos del proyectista que va a realizar la inspección, en la segunda parte se anotaran todos los datos de la inspección que se realizó y de las cargas que serán abastecidas por el sistema fotovoltaico.

b) Ficha de registro y análisis de documentos

Este instrumento, servirá para efectuar un correcto registro, análisis y revisión de los documentos de estudios, que servirán en el diseño del sistema de generación fotovoltaico. Tales como libros, revistas, manuales, fichas técnicas de equipos normalizados y estandarizados que servirán en el momento de la selección de los equipos.

c) Ficha de entrevista

Con este instrumento, se pudo conocer el problema que existe en el sistema de riego y las consecuencias que esta causa en los sembríos del fundo El Ciruelo. Consta de dos partes, en la primera parte se anotarán los datos generales del propietario y el entrevistador y en la segunda parte están las preguntas específicas que se le harán al propietario del fundo El Ciruelo.

2.4.3. Validez y confiabilidad

a) Validez

Este será validado por la firma de un especialista experto en la materia de estudio, y con la aprobación del dueño del fundo ya que será necesario antes de poner en marcha dicho proyecto. Además, cabe mencionar que en este proyecto de investigación se tuvo en consideración todas las pautas que recomienda la guía aprobada por la Universidad Cesar Vallejo.

b) Confiabilidad

El presente proyecto de investigación tiene la confiabilidad y estabilidad, ya que los datos obtenidos para el análisis de estudio se han recopilado de fuentes confiables y diseñadores de trabajos que tengan relación con lo investigado.

2.5. Métodos de análisis de datos

Esta etapa al trabajo de tesis se le brindo toda la importancia a la evaluación y designación de la información primaria recolectada.

Pues el tratamiento de los instrumentos de recolección de datos para la recolección de información y procesamiento del mismo se utilizarán programas como el Excel, Word, que ayudarán en la tabulación y organización de estos, por medio de gráficos y tablas.

2.6. Aspectos éticos

Los datos obtenidos, son de alta confidencialidad, ya que serán utilizados únicamente para este lugar de estudio y no en otro lugar.

Pues de esta manera se evitará ocasionar algún daño a la propiedad y conflicto con el propietario del fundo que afecte sus intereses. Por lo tanto, se coordinará con el propietario del fundo para cuando se requiera la publicación de estos.

III. RESULTADOS

3.1. Método convencional de bombeo de agua

La utilización de las motobombas para regar los diversos sembríos de los pequeños agricultores del caserío “La Pintada” del distrito de Túcume se debe a la gran escasez del recurso hídrico en la zona, ya existen precipitaciones fluviales, lo cual conlleva a utilizar esta alternativa para no dejar de producir las tierras y no afectar la economía de muchas familias tucumanas.

En el fundo agrícola “El Ciruelo” donde se ha desarrollado el proyecto de investigación se utilizaba un grupo electrógeno a gasolina para, con la que se irriga una hectárea de cultivo de maíz amarillo.

A continuación, se muestran los equipos de riego utilizados por los pequeños agricultores de los caseríos “La Pintada” del distrito de Túcume.



Figura 2. Equipos utilizados por agricultores de la zona

Fuente: Propia

3.1.1. Riego para un cultivo de maíz amarillo con Sistema convencional de bombeo

El sistema convencional permitía cubrir con la demanda hídrica para el riego de cultivo de una hectárea de maíz amarillo (hibrido) en el fundo “El Ciruelo”, y su régimen de trabajo era de hasta 06-08 horas por día/hectárea, aplicando un riego por inundación por surcos,

cuya frecuencia de riego era de cuatro (04) veces por mes. A continuación, se describe el consumo de combustible y gastos de transporte utilizando este sistema convencional de bombeo de agua.

Se ha considerado que el precio del galón de combustible (gasolina) es de S/.12.00 (fuente: Osinergmin).

Tabla 3. Costo de bombeo con sistema convencional

MOTOBOMBA A GASOLINA									
Tiempo de Riego (H/Día)	Consumo de Combustible (Gl)			Costo de movilidad			Costo de riego		
	Día	Mes	Año	Semana	Mes	Año	Semana	Mes	Año
8	3	12	144	S/. 20.00	S/. 80.00	S/.960.0	S/. 56.0	S/.224.0	S/.2,688.0

Fuente: Propia.

3.2. Diseño del sistema de riego tecnificado

El diseño de los diferentes componentes para el sistema de riego tecnificado está basado en el funcionamiento hidráulico y económico de los componentes empleados, que faciliten la construcción y desarrollo del sistema

Se ha considerado los siguientes componentes:

a) Fuente de energía (Energía potencial)

Que estará dada por el desnivel del agua con respecto al suelo de la parcela de sembrío, es la altura que tiene el tanque, donde se almacena el agua bombeada para luego ser utilizada en el riego.

Calculamos la velocidad V_1 :

$$V_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{(2)(9.8)(1.5)} = 5.42 \text{ m/s.}$$

Luego determinamos la presión P_2

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

Sabemos que:

$$P_1 = P_a \text{ y } V_1 = V_2$$

Entonces:

$$P_a + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \rho \cdot g (0)$$

$$101.3 \text{ KPa} + (997 \text{ Kg/m}^3) (9.8) (4) = P_2$$

$$P_2 = 140.38 \text{ KPa}$$

Luego determinamos el caudal (Q).

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = Caudal máximo.

V = velocidad del agua.

A = área de la tubería = 75 mm. = 0.071 m.

$$Q = (5.48) \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$Q = (5.48) \left(\frac{3.14 \times 0.071^2}{4} \right)$$

$$Q = 0.023 \text{ m}^3/\text{s}.$$

b) Red de tuberías

Está constituido por la tubería matriz, porta laterales y laterales que salen desde el tanque de almacenamiento hasta el campo donde se realizará el riego.

Para nuestro diseño se ha considerado tuberías de PVC de unión flexible (UF) y de unión de simple presión conforme a la norma NTP 399.002:2015, además se consideró las leyes que rigen el flujo de agua en tuberías de presión aplicando las fórmulas de Hazen – Williams, en el cálculo de las pérdidas por carga.

Verificándose el desnivel topográfico y la línea de presión que se produce hemos seleccionado para la Tubería Matriz, tubos de PVC de 73 mm y porta laterales de 60 mm UF C-5 de 5m de longitud. Además, se instalarán estratégicamente válvulas de aire donde se utilizarán varios accesorios tales como: codos, té y reducciones.

Para los ramales de riego (porta goteros) se ha considerado según la Norma UNE 53131, utilizar tuberías de 16 mm flexible de polietileno de baja densidad polimerizado, ya que en su composición contienen partes de antioxidante negro de carbón, con la finalidad de protegerla de la exposición de los rayos del sol y la intemperie. Púes estos irán encima de la superficie del terreno.

Tabla 4. Dimensiones más comunes de tubos utilizados para los ramales

Canalización de PVC para distribución de caudal en goteo		
Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor de pared (mm)
12	10	1.0
16	13.6	1.2
18	15.5	1.25
20	17.4	1.3

Fuente: (<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>, s.f.)

Tabla 5. Diámetros de tuberías de presión

TUBERÍAS PRESION PAVCO								
Diámetro nominal		Referencia	Peso	Diam. Ext. Prom.		Esp. pared mín.		Diam. Int. Prom.
mm	pulg		g/m	mm	pulg	mm	pul	mm
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.6	0.06	30.2
42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.9	2.29	0.09	43.68
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
73	2.1/2	2900230	1185	73	2.87	3.48	0.14	66.07
88	3	2900233	1761	88.9	3.5	4.24	0.17	80.42

Fuente: (PAVCO, 2014)

c) Goteros o emisores

Para nuestro diseño se ha considerado utilizar goteros Autocompensantes ya que estos son capaces de mantener el caudal de agua parcialmente constante, y además son recomendados en terrenos desnivelados y cuando los ramales son de gran longitud que es donde se pierde más presión por lo que el gotero Autocompensante va a mantener el caudal de descarga así se produzca diferencia de presión. El caudal de agua que entrega este tipo de gotero es de 2 a 8 litros por hora.

d) Dispositivos de control

Se instalarán **válvulas de regulación o llave de paso** cuya función permite interrumpir el paso del agua, también se colocará al otro lado de la conexión de la **puerta de fuga o descarga**, que nos va a permitir descargar las tuberías cuando se haya terminado de regar, evitando así que los microorganismos se desarrollen en el interior de las tuberías.

3.2.1. Pérdidas de carga

Es la fricción que produce el agua cuando circula por las tuberías. Cuando el diámetro de la tubería es menor y la velocidad mayor, habrá más pérdidas de carga.

En este caso utilizaremos la fórmula de Hazen Williams ya que se aplica a todo tipo de tuberías.

$$hf_{(m)} = 10,67 \times \left(\frac{Q_{(m^3/s)}}{C} \right)^{1,852} \times \frac{L_{(m)}}{D_{(m)}^{4,87}}$$

Donde:

Q = caudal m³/s.

D = diámetro interior de tubería en m.

L = longitud de la tubería en m.

C = constante que depende del material de la tubería.

hf = pérdida de carga en m.c.a.

Además, utilizaremos para hallar las pérdidas en las salidas múltiples, el coeficiente de Christiansen que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6. Coeficiente de CHRISTIANSEN (F)

n	l ₀ =1					n	l ₀ =1/2				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,439	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,388	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,343
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,344
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,345
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,346
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,347
35	0,378	0,371	0,366	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,348
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334

100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335	-	-	-	-	-	-
200	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333	-	-	-	-	-	-
n=Número de salidas						En la práctica se toman los siguientes valores de β :					
β =1,75 Blasius Cruciani-Margaritora											
β =1,786 Scimeni						β =1,75 para tuberías de PE					
β =1,80 Iso Veronese-Daite						β =1,80 para tuberías de PVC					
β =1,85 Hazen Williams						β =1,85 - 1,90 para tubería de aluminio					
β =190 Scobey											
β =2,00 Manning Darcy Weisbach											

Fuente: <http://ocwus.us.es/hidraulica-y-riegos>.

3.2.1.1 Pérdidas singulares (h_s)

Estas pérdidas dependen de la geometría de los componentes por donde pasa el agua, ya que los factores de los que depende la ecuación son: el caudal, diámetro interior, y la constante que es para cada componente.

La suma total de las pérdidas singulares está dada por la sumatoria de todas las pérdidas singulares que se encuentran en el trayecto de la tubería. (Codos, válvulas, T, etc.)

$$h_s = \frac{K}{2g} * \left(\frac{4Q}{\pi * D^2} \right)^2$$

Donde:

h_s = pérdidas singulares.

K = constante del accesorio.

Q = caudal en m^3/s .

G = gravedad $9.81 m/s^2$.

D = diámetro interior del fitting.

Tabla 7. Coeficiente de pérdidas de carga K

Válvulas (abiertas)	Coeficiente de pérdida, K
De bola	$K = 0.1$
Compuerta	$K = 0.1 - 0.3$
Anti-retorno	$K = 1.0$
De asiento estándar. Asiento de fundición	$K = 4.0 - 10.0$
De asiento estándar. Asiento de forja (pequeña)	$K = 5.0 - 13.0$
De asiento a 45°. Asiento de fundición	$K = 1.0 - 3.0$
De asiento en ángulo. Asiento de fundición	$K = 2.0 - 5.0$
De asiento en ángulo. Asiento de forja (pequeña)	$K = 1.5 - 3.0$
Mariposa	$K = 0.2 - 1.5$
Diafragma	$K = 2.0 - 3.5$
De macho o tapón. Rectangular	$K = 0.3 - 0.5$
De macho o tapón. Circular	$K = 0.2 - 0.3$
Otros elementos	Coeficiente de pérdida, K
Codos a 90°	$K = 0.2$
Filtros	$K = 3.0$
Derivación	$K = 0.7$

Fuente: (<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>, s.f.)

3.2.1.2 Cálculo de pérdidas en laterales

En nuestro proyecto, la matriz de donde salen los laterales se encuentra en el centro, por lo tanto, el lateral tendrá 50 m. de largo. A continuación, se muestran los datos para realizar los cálculos de pérdidas en los laterales.

- Numero de sectores 0 4
- Distancia entre goteros = 0.3 m.
- Distancia entre hilera = 0.7 m.
- Ancho del sector = 30 m.

- Distancia del lateral = 50 m.
- Numero de goteros por lateral = 167.
- Marco de plantación = 0.21 m²

Donde:

Marco de plantación = distancia de las hileras por la distancia de plantas.

$$MP = dh \times dp = 0.7 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} = 0.21 \text{ m}^2$$

Caudal del lateral = número de goteros por caudal de goteros.

$$Q_{\text{lateral}} = n^{\circ}_g \times Q_g = 167 \times 2 \text{ l/h} = 334 \text{ l/h} = 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}.$$

h_{final} del ultimo gotero = 10 m.c.a

Diámetro del lateral = diámetro interior menos el espesor de la tubería.

$$\phi_{\text{lateral}} = \phi_{\text{interior}} - \text{espesor} = 16 - 2.6 = 13.4 \text{ mm} = 0.0134 \text{ m}.$$

Longitud del lateral = 50 m.

Pendiente del terreno (ΔZ) = 0.3 m.

Coeficiente de Christiansen (F) = 0.359 (para 167 salidas).

Constante de tubo PVC (C) = 150.

Aplicamos la fórmula de Hazen Williams:

$$hf_{(m)} = 10,67 \times \left(\frac{Q_{(m^3/s)}}{C} \right)^{1,852} \times \frac{L_{(m)}}{D_{(m)}^{4,87}}$$

$$hf = 10,67 \times (0,0001/150)^{1,852} \times (50/0,0134^{4,87}) = 2,57 \text{ mca.}$$

Luego utilizamos el coeficiente de Christiansen (F) para hallar las perdidas en las salidas múltiples.

$$h_{\text{salidas múltiples}} = F \times hf = 0.359 \times 2.57 = 0.92 \text{ mca.}$$

Calculamos h al inicio del lateral:

$$h_{\text{inicio lateral}} = hf + h_{\text{salidas múltiples}} + \Delta Z + h_{\text{salida ultimo gotero}}.$$

$$h_{\text{inicio lateral}} = 2.57 \text{ mca} + 0.92 + 0.3 \text{ m} + 10 \text{ mca} = 13.79 \text{ mca.}$$

3.2.1.3 Cálculo de pérdidas en laterales

Para este cálculo se tuvo en cuenta el número de hileras de la zona, y el total de goteros en la hilera para calcular el caudal que pasa por la zona. A continuación, se muestran datos para el cálculo de pérdidas en submatriz.

- Número de laterales por sector = 43
- Distancia de submatriz = 30 m.
- Coeficiente de rugosidad = 0.009

Donde:

$$Q_{\text{submatriz}} = n^{\circ} \text{ laterales} \times n^{\circ} \text{ lados del sector} \times Q_{\text{lateral}}$$

$$Q_{\text{submatriz}} = 43 \times 1 \times 334 \text{ l/h} = 14362 \text{ l/h} = 0.0039 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$h_{\text{inicio lateral}} = 13.79 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Diámetro de lateral} = 60 \text{ mm.}$$

$$\text{Pendiente del terreno } (\Delta Z) = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Coeficiente de Christiansen (F)} = 0.367 \text{ (43 salidas)}$$

Aplicamos la fórmula de Hazen Williams:

$$hf_{(m)} = 10.67 \times \left(\frac{Q_{(m^3/s)}}{C} \right)^{1.852} \times \frac{L_{(m)}}{D_{(m)}^{4.87}}$$

$$hf = 10.67 \times (0.0039/150)^{1.852} \times (30/0.0545)^{4.87} = 1.47 \text{ mca.}$$

Luego utilizamos el coeficiente de Christiansen (F) para hallar las pérdidas en las salidas múltiples.

$$H_{\text{salidas múltiples}} = F \times hf = 0.367 \times 1.47 = 1.83 \text{ mca.}$$

Calculamos las perdidas singulares, utilizando la sumatoria de $K = 0.75$ para codo suave de 90° y $K = 0.9$ para T con reducción. Donde $K = 1.65$. entonces:

$$hs = \frac{K}{2g} * \left(\frac{4Q}{\pi * D^2} \right)^2$$

$$hs = \frac{1.65}{2(9.81)} * \left(\frac{4(0.0039)}{(3.14)(0.0592)^2} \right)^2 = 0.23 \text{ mca.}$$

Calculamos h al inicio de la submatriz:

$$h_{\text{inicio submatriz}} = hf + h_{\text{salidas múltiples}} + \Delta Z + h_{\text{inicio lateral}} + hs$$

$$h_{\text{inicio submatriz}} = 1.47 + 1.83 + 0.3 + 13.79 + 0.23 = 17.62 \text{ m.c.a.}$$

3.2.1.4 Cálculo de pérdidas en la matriz

Para el cálculo de la matriz principal se tomó en cuenta los siguientes datos:

- Distancia de la matriz = 100 m.
- Caudal de diseño = 14362 L/h = 0.0039 m³/s.

Donde:

$$Q_{\text{matriz}} = 0.0039 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$h_{\text{inicio submatriz}} = 17.62 \text{ m.c.a.} = h_{\text{final matriz.}}$$

$$\text{Diámetro nominal} = 73 \text{ mm.}$$

$$\text{Diámetro interno} = 66.07 \text{ mm.} = 0.066 \text{ m.}$$

Pendiente del terreno (ΔZ) = 0.2 m.

Coefficiente de Christiansen (F) = 1 (para 1 salida).

$$hf_{(m)} = 10.67 \times \left(\frac{Q_{(m^3/s)}}{C} \right)^{1.852} \times \frac{L_{(m)}}{D_{(m)}^{4.87}}$$

$$hf = 10.67 \times (0.0039/150)^{1.852} \times (100/0.066)^{4.87} = 1.92 \text{ mca.}$$

Luego hallamos las perdidas singulares.

$$hs = \frac{K}{2g} * \left(\frac{4Q}{\pi * D^2} \right)^2$$

$$hs = \frac{2}{2(9.81)} * \left(\frac{4(0.0039)}{(3.14)(0.066)^2} \right)^2 = 0.13 \text{ mca.}$$

Calculamos h al inicio de la matriz:

$$H_{\text{inicio matriz}} = hf + h_{\text{salidas múltiples}} + \Delta Z + h_{\text{inicio submatriz}} + hs$$

$$H_{\text{inicio matriz}} = 1,92 \text{ mca} + 0 + (-0,2 \text{ m}) + 17.62 \text{ mca} + 0,13 \text{ mca} = 19.47 \text{ mca.}$$

Para las válvulas parcialmente abiertas, el coeficiente de pérdida en relación con el coeficiente de apertura total se puede utilizar de la siguiente tabla.

Tabla 8. Resumen de pérdidas

RESUMEN DE PÉRDIDAS	
Pérdidas en laterales	13.79 mca
Pérdidas en submatrices	17.62 mca
Pérdidas en la matriz	19.47 mca

Fuente: propia

3.3. Evaluar los valores de la radiación solar en zona del proyecto

a) Radiación solar de la zona

Se realizaron mediciones de campo en el fundo “El Ciruelo”, durante los días del mes de marzo y abril de 2019, con el equipo de medición (Solarímetro).

Marca: AMBIENT WEATHER

Modelo: TM- 206

Nº DE SERIE: 120901868

Alcance: 2000 W/m²

Procedencia: Taiwán

Cuyos valores registrados de insolación por día se muestran en las siguientes tablas.

Así mismo utilizando información básica sobre la zona de ubicación del fundo “El Ciruelo”, y con ayuda de Google Earth obtuvimos las coordenadas de latitud y longitud, las cuales se ingresaron al Software de dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos “Nastec”, quien nos proporcionó la data de radiación solar por meses de todo un año del distrito de Túcume, caserío La Pintada.

Con esta información obtendremos las horas equivalentes de Sol (Tiempo de incidencia de la radiación de 1000 W/m².dia sobre el módulo fotovoltaico), la cual corresponderá al valor promedio mensual con menor radiación.

Tabla 9. Medición de radiación solar en campo

MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CAMPO (W/m²) MARZO 2019																															
H/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7:00	45.6	43.9	63.5	47.9	48.7	50.1	89	63.1	57.4	65	47.9	48.7	50.1	51.2	67.1	47.9	50.1	89	63.1	57.4	89	63.1	57.4	54.3	47.9	48.7	50.1	48.8	42.8	50.1	51.2
8:00	127	155	128	109	125	127	136	139	158	128	109	112	121	155	128	109	127	136	139	158	136	139	158	128	113	109	117	109	106	121	155
9:00	473	479	447	461	478	398	498	475	432	447	461	458	409	479	437	472	398	498	475	432	498	475	432	447	461	458	409	461	458	409	479
10:00	644	641	594	546	634	647	694	758	578	594	546	634	647	641	594	546	647	694	758	578	694	758	578	594	546	634	647	546	634	647	641
11:00	796	793	736	738	824	851	897	895	717	736	738	824	851	793	736	738	851	897	895	717	897	895	717	736	738	824	851	738	824	851	793
12:00	987	980	877	869	924	937	989	992	991	877	869	924	911	980	877	869	937	989	992	991	989	991	991	877	869	924	911	989	992	991	877
13:00	1023	1026	983	973	875	933	984	987	1001	983	973	875	933	1026	983	973	933	984	987	1029	983	1023	1026	983	973	875	933	984	987	1029	983
14:00	984	988	883	875	759	846	891	915	989	883	875	759	846	988	883	875	846	891	915	989	883	984	988	883	875	759	846	891	915	989	883
15:00	795	802	781	759	563	673	712	713	883	781	759	563	673	802	680	759	802	781	759	563	781	795	802	781	759	563	673	712	713	883	781
16:00	637	647	586	563	413	489	468	557	678	586	563	413	489	413	489	468	647	586	563	413	586	637	647	586	563	413	489	468	557	678	586
17:00	469	462	456	450	378	389	403	379	431	456	450	378	389	378	234	403	462	456	450	378	456	469	462	456	450	378	389	403	379	431	456
18:00	76.5	145	117	178	109	89.6	143	139	147	109	178	87	89.6	109	89.6	143	145	107	178	109	114	76.5	145	117	178	109	89.6	143	139	147	117
Wh/m²	7057	7162	6652	6569	6130	6430	6904	7012	7062	6645	6569	6076	6409	6815	6198	6403	6846	7108	7174	6414	7106	7306	7003	6642	6573	6095	6405	6493	6747	7226	6802
KWh/m²	7.1	7.2	6.7	6.6	6.1	6.4	6.9	7.0	7.1	6.6	6.6	6.1	6.4	6.8	6.2	6.4	6.8	7.1	7.2	6.4	7.1	7.3	7.0	6.6	6.6	6.1	6.4	6.5	6.7	7.2	6.8
RADIACIÓN PROMEDIO DEL MES = 6.70 KWh/m²																															

Fuente: Propia

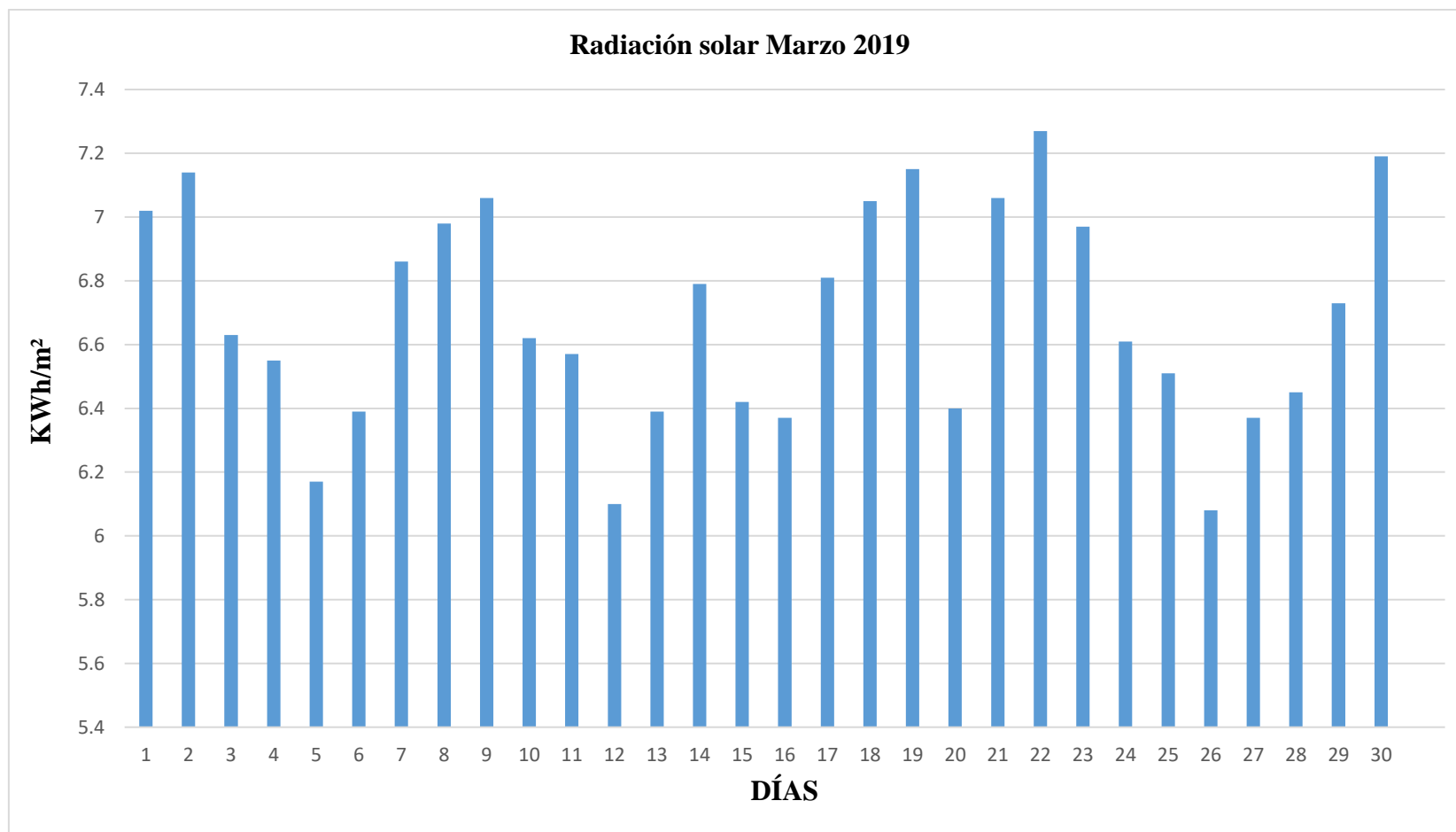
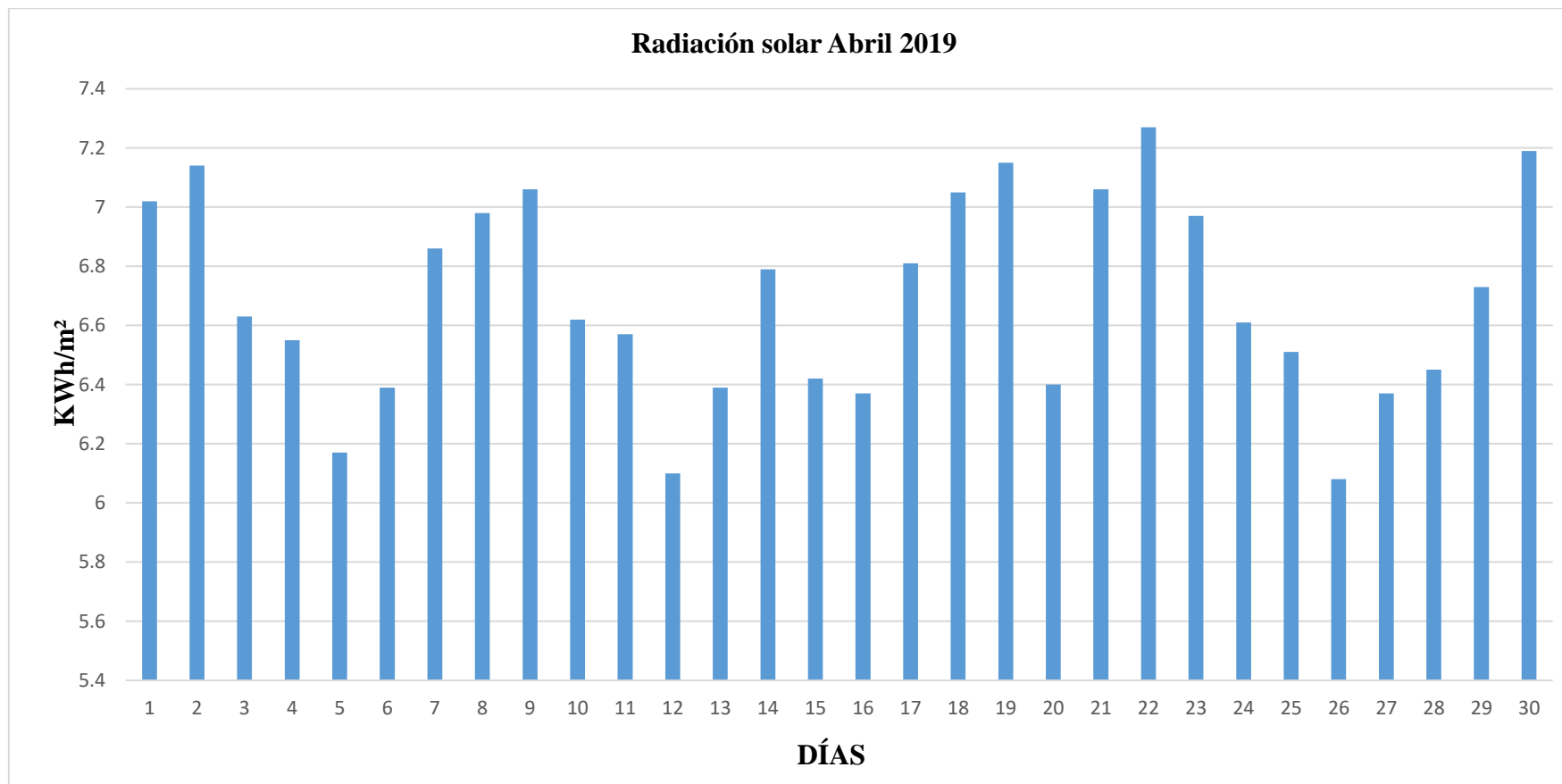


Tabla 10. Medición de la Radiación solar en campo

MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CAMPO (W/m²) ABRIL 2019																														
H/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
7:00	37.2	28.4	41.5	39.8	38.7	42.4	54.2	46.9	38.4	41.9	47.9	48.7	50.1	49.1	63.1	47.8	42.9	43.1	38.7	41.3	38.6	32.1	28.9	31.9	41.3	48.7	29.4	33.2	39.9	51.1
8:00	121	155	128	109	125	127	136	139	158	128	109	112	119	152	128	109	117	136	139	158	136	139	158	128	113	109	117	109	106	117
9:00	473	479	447	461	478	398	498	475	432	447	461	458	409	479	437	472	398	498	475	432	498	475	432	447	461	458	409	461	458	409
10:00	644	641	594	546	634	647	694	758	578	594	546	634	647	641	594	546	647	694	758	578	694	758	578	594	546	634	647	546	634	647
11:00	796	793	736	728	824	851	897	895	717	736	738	824	847	793	721	738	851	897	895	717	897	895	717	736	738	824	851	738	814	851
12:00	987	980	877	869	1006	937	989	992	990	877	869	924	911	980	877	869	937	978	992	991	989	991	991	867	869	924	911	989	992	991
13:00	1018	1026	983	973	875	933	984	987	1029	983	973	875	933	1013	983	973	933	984	987	1029	983	1023	1023	983	973	875	933	981	987	1029
14:00	978	988	883	875	736	846	891	915	989	883	875	759	846	988	883	875	846	891	915	989	883	984	988	883	875	759	846	891	915	979
15:00	795	802	781	759	563	673	712	713	883	781	759	563	673	799	781	759	802	781	759	563	781	795	802	781	759	563	673	712	713	883
16:00	637	647	586	563	413	489	468	557	678	586	563	413	489	413	489	468	647	586	563	413	586	637	647	586	563	413	489	468	557	678
17:00	469	462	453	450	378	356	403	379	431	456	450	378	389	378	389	403	462	456	450	378	456	469	462	456	450	378	389	403	379	431
18:00	67.2	143	117	178	98.4	89.6	134	123	136	103	178	109	73.9	109	79.6	111	123	102	178	109	114	76.5	145	117	118	98.9	78	123	139	125
Wh/m²	7023	7144	6627	6551	6168	6389	6860	6980	7059	6616	6569	6098	6387	6794	6425	6371	6806	7046	7150	6398	7056	7275	6972	6610	6506	6085	6373	6454	6734	7191
KWh/m²	7.02	7.14	6.63	6.55	6.17	6.39	6.86	6.98	7.06	6.62	6.57	6.1	6.39	6.79	6.42	6.37	6.81	7.05	7.15	6.4	7.06	7.27	6.97	6.61	6.51	6.08	6.37	6.45	6.73	7.19
RADIACIÓN PROMEDIO DEL MES = 6.69 KWh/m²																														

Fuente: Propia



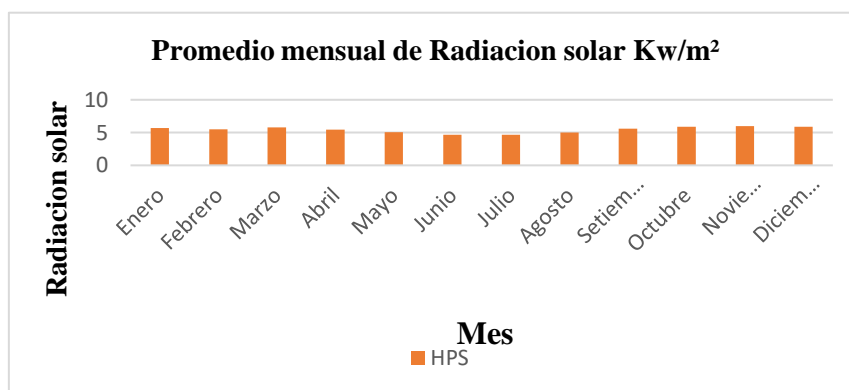
b) Insolación del sitio ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{día}$): De acuerdo con las mediciones realizadas en campo, y la data obtenida del software “Nastec”, se obtuvieron los valores de radiación solar en el fundo “El Ciruelo”, ubicado en el Caserío La Pintada, distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque.

De la siguiente tabla, se considerará para el dimensionamiento el valor de insolación en horas pico por día correspondiente al mes crítico de bombeo, que para nuestro caso serían los meses de junio y Julio.

Tabla 11: Insolación del sitio

MES	N° Días	HPS
Enero	31	5.7
Febrero	28	5.5
Marzo	31	5.77
Abril	30	5.44
Mayo	31	5.05
Junio	30	4.65
Julio	31	4.65
Agosto	31	5.01
Setiembre	30	5.57
Octubre	31	5.88
Noviembre	30	5.97
Diciembre	31	5.89

Fuente: NASTEC



Fuente: NASTEC

c) Cálculo de la muestra global

Calculamos la muestra global con el total de días que se tomaron valores de lecturas con el solarímetro en el fundo El Ciruelo del caserío La Pintada Túcume, y los valores de la confianza

Tabla 12.Valores de la constante Z

CONFIANZA	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,64	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fuente: (ANDERSON Sweeney, 2008, pág. 298)

Aplicando la fórmula

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(n-1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo

Z, constante que depende del nivel de confianza

n: tamaño de muestra

σ : desviación estándar de población

e: limite aceptable de error muestral

De los datos de toma de valores en campo, 61 días reemplazamos en la formula.

$$n = \frac{61 * 2,58^2 * 0,5^2}{(61-1) * 0,01^2 + 0,5^2 * 2,58^2} = 60,78$$

3.4. Dimensionar el sistema de bombeo fotovoltaico para el fundo

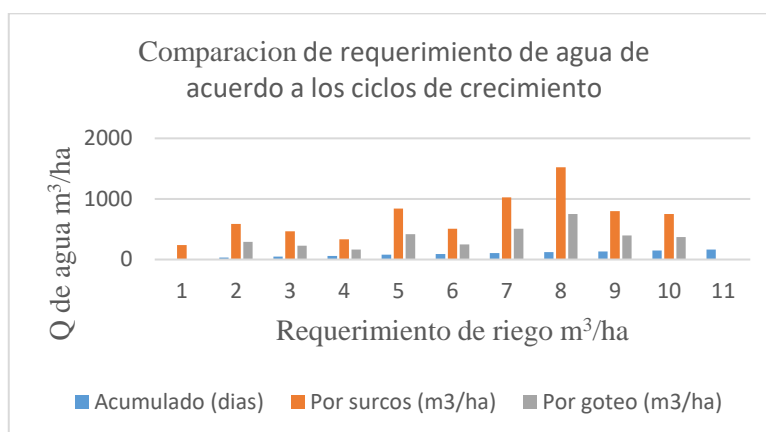
Se necesitó conocer, la radiación solar de la zona, el agua total utilizada en el caserío como demanda hídrica teniendo en cuenta las diferentes etapas de cultivo y estados fenológicos del maíz amarillo y las características físicas del pozo.

a) Cálculo de la carga del bombeo de agua

Para realizar cálculo respectivo a la carga del, se tuvo en cuenta el Volumen de agua necesario por día (l/día), que se necesita para satisfacer la necesidad del cultivo de acuerdo a las etapas y estados fenológicos. Para nuestro diseño, se escogió el mes del año que requiera mayor caudal de agua conforme a la etapa de cultivo.

Tabla 13: Requerimiento de Demanda de agua para cultivo de maíz

Etapa de Cultivo	Estados Fenológicos	Ciclo	Requerimiento de Riego	
		Acumulado (días)	Por surcos (m ³ /ha)	Por goteo (m ³ /ha)
Siembra	20 Julio Emergencia	0	240.0	118.8
Crecimiento	5 hojas	35	586.0	290.0
	8 hojas	50	463.8	229.5
	10 hojas	60	335.4	166.0
Floración	Inicio floración masculina (14 hojas)	80	840.3	415.8
	Floración femenina	90	506.1	250.4
	Polinización Cuaje	105	1026.9	508.2
Llenado del grano	Formación de grano	125	1523.1	753.7
	Grano lechoso a grano dentado	135	801.2	396.5
Madurez	Madurez fisiológica	150	750.0	371.1
Cosecha	15-Ene	165		
			7072.8	3500

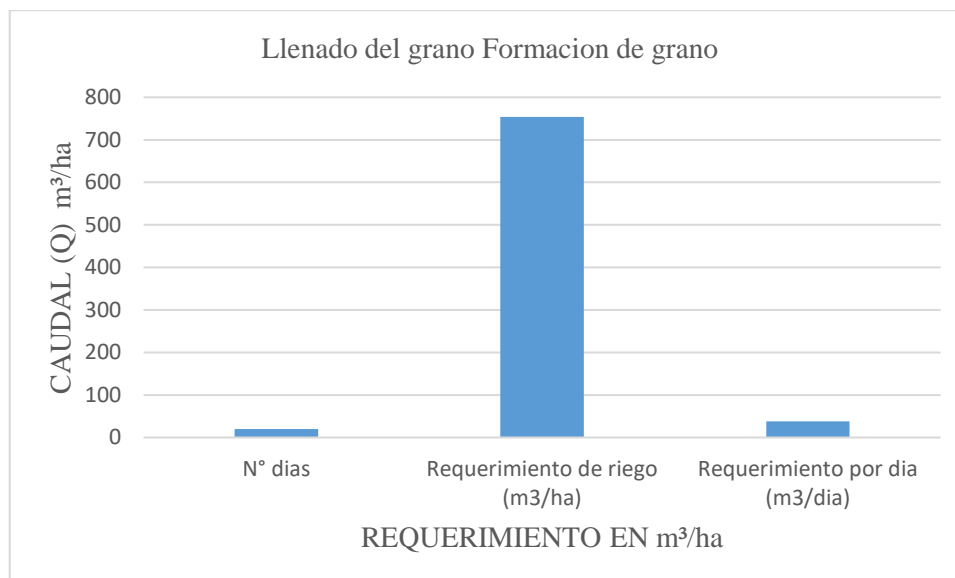


Fuente: (MINAGRI, Ficha tecnica #19 Requerimientos agroclimaticos del cultivo de maiz amarillo duro, 2018)

Tabla 14: Demanda máxima de agua para un cultivo de maíz amarillo – riego por goteo

Etapas de Cultivo	Llenado del grano
Estados Fenológicos	Formación de grano
Nº días	20
Requerimiento de riego (m3/ha.)	753.7
Requerimiento por día (m3/día)	37.7

Fuente: Propia



Fuente: Propia

b) Cálculo del régimen de bombeo (m³/h):

Para realizar el cálculo del régimen de bombeo que se va a necesitar se tomó en consideración la información del apartado anterior.

Para nuestro proyecto se tomó en cuenta la demanda de agua diaria de 37.7 m³/día, conforme a la etapa del cultivo donde se necesita mayor cantidad de agua.

Pues para este cálculo se tomó en cuenta el volumen necesario de agua por día dividido entre las horas pico sol (HPS), que corresponde al mes más crítico del año, que para nuestro proyecto es junio con 4.65 KWh/m²

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = 37.7 / 4.65$$

$$Q = 8.1 \text{ m}^3\text{/h.}$$

c) Cálculo de la carga estática (m):

Este cálculo se realizó, sumando el nivel estático del agua sin que esté trabajando una bomba, para nuestro caso es de 3m. Más el abatimiento que es la distancia vertical que se da cuando esté operativa el equipo, de acuerdo a las pruebas realizadas obtuvimos un abatimiento de 1.5 m. Más la altura de descarga. Que para nuestro caso es de 4 m.

$$C_e = N_e + A + A_d$$

$$C_e = 3 + 1.5 + 4 = 8.5 \text{ m.}$$

d) Cálculo del tendido de tubería (m):

Es el material que no se incluyó en la determinación del valor de carga estática se consideró la distancia horizontal del recorrido de la tubería. En nuestro proyecto la distancia adicional es de 5 m.

e) Cálculo del tendido total (m):

Es el total de la tubería extendida en toda el área a trabajar siendo esta:

$$RT = 8.5 + 5 = 13.5 \text{ m.}$$

Tabla 15: Valores de rugosidad

ESTÁNDAR ABSOLUTA DE RUGOSIDAD		
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		RUGOSIDAD
1	Tuberías de plástico	K(mm)
	Polietileno (P.E)	0.002
	Cloruro de Polivinilo (PVC)	0.02
2	Tuberías metálicas	
	Tuberías estiradas, sin soldaduras de latón, cobre, plomo	0.0015 - 0.01
	Aluminio	0.015 - 0.06
3	Acero estirado sin soldadura	
	Nuevas	0.02 - 0.10
	Después de muchos años en servicio	1.2 - 1.5

Fuente: (PAVCO, 2014)

f) Cálculo de la carga por fricción (m):

Para este cálculo, se tuvo en cuenta los valores de rugosidad absoluta de la tubería, en este caso como son tuberías de PVC se consideró un valor de 0.02, que se tomó de tabla.

$$CF = RT \times F_f = 13.5 \times 0.02$$

$$CF = 0.27 \text{ m.}$$

g) Cálculo dinámico (m):

Esta dada por:

$$CD_T = 8.5 + 0.27 = 8.77 \text{ m}$$

h) Cálculo de la energía hidráulica (Wh/día):

Para calcularla multiplicamos la cantidad el volumen (L/día) por la carga dinámica total (m) dividido entre el factor de conversión (367) que es una constante.

$$EH = (V \times CD_T) / 367$$

$$EH = \frac{37700 \times 8.77}{367} = 900.9 \text{ Wh /día}$$

i) Selección de la electrobomba solar

Se de tener las siguientes características:

- Consumo Hídrico
- Recorrido de dinámico.
- Área de influencia: para nuestro proyecto se consideró la radiación en el mes más crítico, por lo que se seleccionó el valor de 4.65 kWh/m²/día, correspondiente al mes de junio y julio.

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, los cuales se describen a continuación se consideró el tipo de electrobomba:

Datos consideraros para el diseño del sistema

Profundidad de pozo: 20 m.

Nivel estático (NE): 03 m.

Abatimiento: 1.5 m.

Altura de descarga: 04 m.

Recorrido adicional de tubería (RA): 05 m.

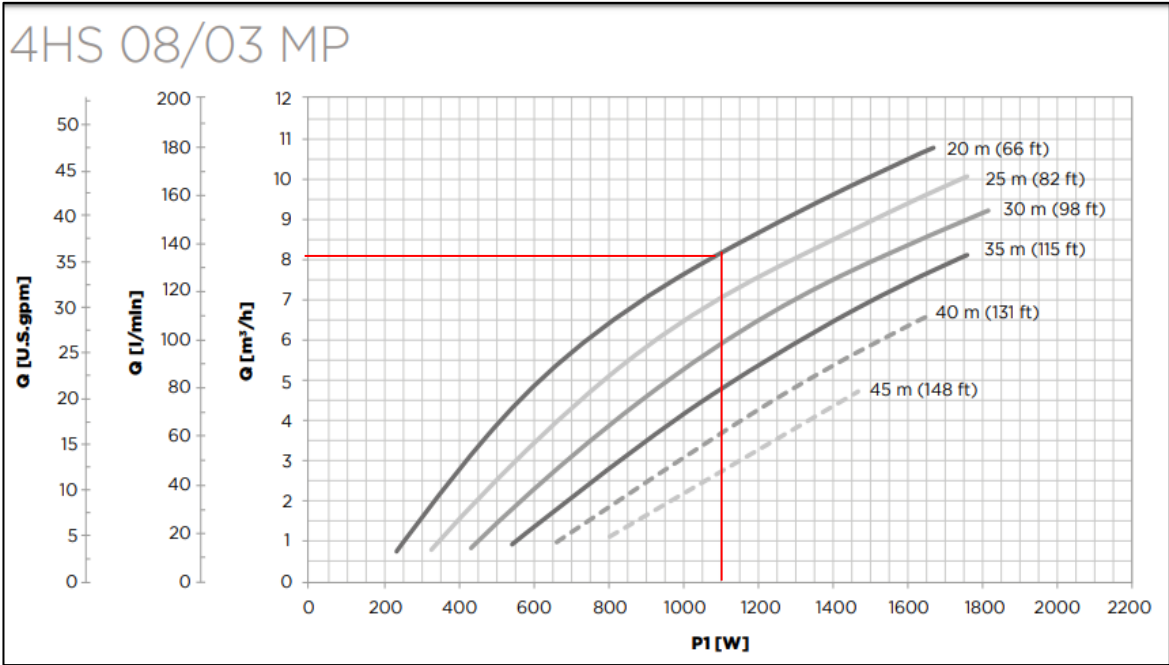
Carga dinámica total: 8.77 m.

Demanda de agua: 8.1 m³/hora.

La electrobomba solar que se ha seleccionado es de la marca NASTEC Multi Power, ya que estas pueden ser alimentadas por corriente alterna (CA) o corriente continua (CC) con

un rango de funcionamiento de (90 – 265 VAC / 90 – 340 VDC). a continuación, se muestran las características de la electrobomba.

Tabla 16: Información de la electrobomba



Fuente: (NASTEC BOMBAS MULTIPOWER)

INFORMACION DE LA ELECTROBOMBA			
Marca	Nastec		
Modelo	4HS 08/03		
Tipo de bomba	Sumergible		
Tipo de motor	1100 W / 16 A		
Controlador	10	A	
Tensión (c.a. /c.c.)	215	V	CC
Trabajo de bomba eficiencia	0.25		

Fuente: (NASTEC BOMBAS MULTIPOWER)

j) Eficiencia de la bomba (%):

Para el dimensionamiento se usó los valores por omisión presentados a continuación.

Tabla 16: Eficiencia de la bomba

Carga dinámica total (m)	Tipo de sistema de bombeo	Eficiencia (%)
5	Centrifuga de superficie	25
20	Centrifuga de superficie	15
20	Centrifuga de superficie	25
20 a 100	Centrifuga de paso múltiple	35
50 a 100	Desplazamiento positivo	35
Más de 100	Desplazamiento positivo de palanca	45

Fuente: (Sandia National Laboratories)

3.4.1. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Se tuvo en cuenta lo siguiente:

a) Calcular la energía del arreglo FV (Wh/día):

Se tomó como dato la energía hidráulica (Wh/día) y la eficiencia de la bomba.

$$E_{SFV} = 900.9 / 0.25$$

$$E_{SFV} = 3603.6 \text{ Wh/día}$$

b) Cálculo del voltaje nominal del sistema (V):

Para nuestro proyecto será de 215 V_{DC}.

c) Cálculo de la carga eléctrica (Ah/día):

$$C. \text{ Eléctrica} = 3603.6 / 215$$

$$C. \text{ Eléctrica} = 16.7 \text{ Ah/día}$$

d) Cálculo de la carga eléctrica corregida (Ah/día):

Esta se requiere después que se consideraron. Está dada por la carga eléctrica dividida entre el factor de rendimiento del conductor.

$$C.E_c = 16.7 / 0.95$$

$$C.E_c = 17.57 \text{ Ah / día}$$

e) Cálculo de la corriente del proyecto (A):

Se calcula lo suficiente atender la máxima demanda en los meses más críticos del año.

$$C. \text{ Proyecto} = 17.57 / 4.65$$

$$C \text{ Proyecto} = 3.77 \text{ A.}$$

f) Cálculo de la corriente ajustada del proyecto (A):

Para nuestro caso se consideró un 95% de eficiencia.

$$C. \text{ Ajustada Proyecto} = 3.77 / 0.95$$

$$C \text{ Ajustada Proyecto} = 3.96 \text{ A.}$$

g) Cálculo de los módulos en paralelo:

Con este se tiene que a partir de la corriente ajustada del proyecto y la corriente a máxima potencia (I_{mp}) del módulo.

$$N \text{ paralelo} = \left(\frac{3.96}{8.59} \right)$$

$$N \text{ paralelo} = 0.46 = 1$$

h) Cálculo de los módulos en serie:

Con este cálculo se conoció la cantidad que irá conectados uno después de otro a partir del voltaje nominal del sistema y el voltaje a máxima potencia (V_{mp}) del módulo.

Al igual que en los módulos en serie se tomó un número entero mayor.

$$N \text{ serie} = \left(\frac{215}{30.3} \right)$$

$$N \text{ serie} = 7.09 = 8$$

i) Cálculo del total de módulos:

Se tiene en total:

$$NT = 8 \times 1 = 8$$

k) Tamaño del arreglo fotovoltaico (W):

Se calculó con la potencia del panel seleccionado y el número total de paneles.

$$\text{Potencia SFV} = 8 \times 260 = 2080 \text{ W.}$$

A continuación, se describen las características técnicas del panel solar.

Tabla 17. Características técnicas del panel solar

PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES DE PRUEBA ESTÁNDAR (STC)								
Tipo de módulo	YLxxxP-29b (xxx=P máx.)							
Potencia de salida	P máx.	W	275	270	265	260	255	250
Tolerancia de potencia de salida	ΔP máx.	W	0/-5					
Eficiencia del modulo	η_m	%	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3
Tensión en P máx.	V mpp	V	31	30.7	30.5	30.3	30	29.8
Intensidad en P máx.	I mpp	A	8.9	8.8	8.7	8.59	8.49	8.39
Tensión en circuito abierto	V oc	V	37.9	37.9	37.8	37.7	37.7	37.6
Intensidad en cortocircuito	I sc	A	9.35	9.27	9.18	9.09	9.01	8.92

Fuente: (YINGLI SOLAR, 2016)

l) Selección del módulo de control

Para nuestro proyecto se seleccionó el módulo de control CM MULTI POWER, ya que el tipo de bomba seleccionado trabaja con este tipo de controlador.

Tabla 18. Características del Módulo de control

Módulo de Control CM Multi Power		
Temperatura ambiente máxima	50°C (122°F)	
Grado de protección	IP55	
Materiales	Carcasa de aluminio, etiquetas en PVC, pasacables en poliamida (PA), membrana del display en polyester (PE)	
Entradas analógicas	2 entradas 4-20 mA + 2 entradas 4-20 mA o 0-10 V programables por el usuario.	
Entradas digitales	4 entradas N.A O N.C programables por el usuario.	
Salidas digitales	2 relés de salida de 5 A, 250 VAC, N.A. O N.C programables por el usuario.	
Pantalla	Display LCD retroiluminado, 16 caracteres x 2 filas, 5 pulsadores, alarma acústica por zumbador.	

Fuente: (NASTEC BOMBAS MULTIPOWER)

3.5. Calcular la máxima energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico (sfv)

Para calcular la máxima energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico (SFV), se utilizó la siguiente expresión:

$$E_g = P_{MPP} \times HPS_{crit} \times PR$$

Donde:

E_g = Energía generada.

P_{MPP} = La potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida.

HPS_{crit} = Son las horas pico sol en el mes más crítico que está dada en la tabla de radiaciones, en este caso junio/1000 W/m² que es 4,65

PR = Es la constante de operatividad. (0.8)

Luego aplicamos la fórmula tomando como dato la HPS del mes más crítico:

$$E_g = 260 \times 4.65 \times 0.8$$

$$E_g = 7737.6 \text{ Wh/día.}$$

A continuación, se presenta cuadro de energía generada por el sistema fotovoltaico durante todo un año en el fundo el ciruelo caserío La Pintada Túcume.

Tabla 19. Energía generada por el sistema fotovoltaico (SFV)

MES	N° DIAS	HPS	Energía generada diaria (Wh/día)	Energía generada mensual (KWh/mes)	Consumo mensual (KWh/mes)
Enero	31	5.7	9484.8	294.03	204.6
Febrero	28	5.5	9152.0	256.26	184.8
Marzo	31	5.77	9601.3	297.64	204.6
Abril	30	5.44	9052.2	271.56	198
Mayo	31	5.05	8403.2	260.50	204.6
Junio	30	4.65	7737.6	232.13	198
Julio	31	4.65	7737.6	239.87	204.6
Agosto	31	5.01	8336.6	258.44	204.6
Setiembre	30	5.57	9268.5	278.05	198
Octubre	31	5.88	9784.3	303.31	204.6
Noviembre	30	5.97	9934.1	298.02	198
Diciembre	31	5.89	9801.0	303.83	204.6

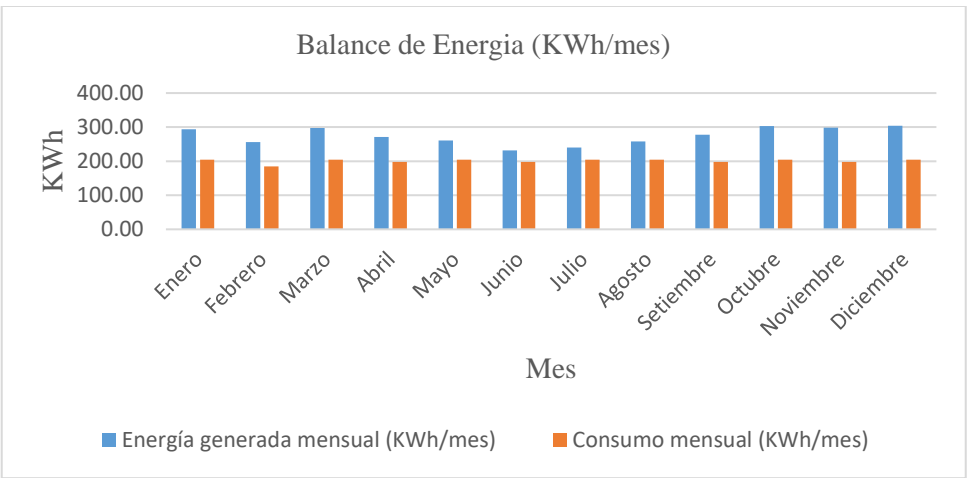
Fuente: Propia

Luego realizamos el balance de energía generada por el sistema fotovoltaico (SFV) y la energía consumida por la electrobomba durante los meses del año.

Tabla 20. Balance de energía generada y energía consumida

MES	Energía generada mensual (KWh/mes)	Consumo mensual (KWh/mes)
Enero	294.03	204.6
Febrero	256.26	184.8
Marzo	297.64	204.6
Abril	271.56	198
Mayo	260.50	204.6
Junio	232.13	198
Julio	239.87	204.6
Agosto	258.44	204.6
Setiembre	278.05	198
Octubre	303.31	204.6
Noviembre	298.02	198
Diciembre	303.83	204.6

Fuente: Propia



Fuente: Propia

a) Determinación de la demanda hídrica (m³/día), proporcionada por el SFV

Esta es la cantidad de litros de agua bombeada en un día con este diseño. Se calculó a partir del producto de la cantidad de paneles en paralelo, por la corriente (I_{mp}) del módulo, por el voltaje nominal del sistema, por el factor de rendimiento del sistema, por el factor de conversión (367), por la radiación solar en el mes más crítico, por el factor de reducción del módulo, dividido entre la carga dinámica total.

$$AB_{SFV} = \frac{1(8.59)(215)(0.25)(367)(4.65)(0.95)}{8.77}$$

$$AB_{SFV} = 91306.9 \text{ l/día} = 91.306 \text{ m}^3/\text{día}$$

b) Cálculo del régimen de bombeo (m³/h):

Esta dada por Demanda de agua bombeada por el SFV dividido entre el mes más crítico del año, radiación solar de 4.65 kWh/m²/día.

$$R_{BOMBEO \text{ SFV}} = 91.306/4.65 = 19.635 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.6. Evaluar el costo del sistema de bombeo fotovoltaico y la rentabilidad económica

En esta parte del proyecto, se efectuará el análisis económico y la evaluación financiera.

De esta forma, al realizar este análisis económico nos va a servir, para conocer qué tan rentable económicamente será nuestro proyecto para el fundo El Ciruelo.

Pues, para realizar esta evaluación utilizaremos indicadores, como el VAN y el TIR.

El VAN, que es el Valor Actual Neto, nos va ayudar a evidenciar el valor de los movimientos de efectivo empleando una tasa de descuento.

El TIR, que es la tasa interna de retorno nos mostrará el porcentaje de rentabilidad del proyecto con relación al movimiento de caja cada año y realizar la comparación del mismo lado de la tasa de descuento.

Para realizar todos estos cálculos describiremos todos los ingresos y los gastos económicos que tendrá nuestro proyecto.

3.6.1. Análisis de la inversión del proyecto

Primero, describimos los metrados y costos de la inversión del proyecto, el cual de acuerdo a los datos que se han obtenido para la implementación del sistema fotovoltaico en el fundo El Ciruelo, obtuvimos que es de S/. 30,669.2.

Tabla 21. Metrado y presupuesto

SUMINISTRO DE MATERIALES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO							
SUMINISTRO DE MATERIALES							S/.15,827.03
ítem	DESCRIPCION	UN D.	CAN T.	SU B TO.	TOT AL	Precio Unitario S./	Precio S./
a	Paneles Fotovoltaicos de 260Wp - Que contiene:	GL B					S/. 5,196.53
	- (01) Panel fotovoltaico - 24 VDC, 260Wp	Unid .	1.00	8	8	S/. 540.00	S/. 4,320.00
	- (01) Módulo soporte para panel fotovoltaico de 2080Wp	Unid .	1.00	1	1	S/. 649.03	S/. 649.03
	- (10 m) Cableado NLT12 SFV 2080Wp	m.	10.00	1	10	S/. 4.50	S/. 45.00
	- (01) Bolsa Cintillo de plástico de 40 cm.	Bol.	1.00	1	1	S/. 6.50	S/. 6.50
	- (04) Pernos de 2.5" - 1/4" Φ + Arandelas + Tuerca (Por cada Panel)	Unid .	4.00	8	32	S/. 5.50	S/. 176.00
b	Electrobomba Nastec 4HS 08/03	GL B					S/. 5,555.50
	- (01) Electrobomba Solar Nastec 4HS 08/03	Unid .	1.00	1	1	S/. 1,240.00	S/. 1,240.00
	- (01) Sensor de nivel de agua para protección de corrido en seco	Unid .	1.00	1	1	S/. 68.00	S/. 68.00
	- (01) Unidad de Control Multi Power	Unid .	1.00	1	1	S/. 660.00	S/. 660.00
	- (01) Sensor de tanque Lleno	Unid .	1.00	1	1	S/. 68.00	S/. 68.00
	- (01) Kit de empalme de cable sumergible de motor 6-10mm2	Unid .	1.00	1	1	S/. 62.00	S/. 62.00
	- Cableado del Sistema Bomba Sumergibles NLT12 Trifásico	m.	24.00	1	24	S/. 4.50	S/. 108.00
	- (01) Kit de empalme de Tuberías	Glb.	1.00	1	1	S/. 180.00	S/. 180.00
	- Tubería PVC 2" x 3m Clase 10	Unid .	10.00	1	10	S/. 45.00	S/. 450.00

	- Estructural para Tanque elevado	Unid .	1.00	1	1	S/ 2,719.50	S/. 2,719.50
c	Sistema de Riego por Goteo	GL B					S/. 5,075.00
	- Mangueras	Glb.	1.00	1	1	S/ 1,630.00	S/. 1,630.00
	- Filtrados	Glb.	1.00	1	1	S/ 1,090.00	S/. 1,090.00
	- Tuberías de PVC	Glb.	1.00	1	1	S/ 1,020.00	S/. 1,020.00
	- Válvulas	Glb.	1.00	1	1	S/ 720.00	S/. 720.00
	- Equipos de automatismo y otros	Glb.	1.00	1	1	S/ 615.00	S/. 615.00

Fuente: Propia

Tabla 22.Costo total del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	SISTEMA FOTOVOLTAICO	TOTAL
			SOLES (S /.)
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/. 15,827.03	S/. 15,827.03
2	TRANSPORTE DE MATERIALES		S/. 1,582.70
3	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	S/. 7,947.21	S/. 7,947.21
4	COSTO DIRECTO (C.D.)		S/. 25,356.94
5	GASTOS GENERALES		S/. 633.92
6	SUB-TOTAL sin IGV		S/. 25,990.86
7	IGV	0.18	S/. 4,678.35
COSTO TOTAL DEL PROYECTO S/.			S/. 30,669.2

Fuente: Propia.

En caso se pueda desarrollar este proyecto, los costos serán cubiertos mediante préstamo bancario, ya que el propietario no cuenta con los recursos económicos para poder asumir directamente estos costos.

El monto del préstamo bancario será de S/. 30,669.2, que serán financiados a cuota fija a más de 360 días, verificando que la tasa de interés sea mínima para que nuestro proyecto sea rentable.

3.6.2. Tipo de crédito bancario

Será, del tipo de Crédito a Pequeñas Empresas que es otorgado a personas jurídicas ,o naturales para fines de prestación de servicios, comercialización o producción, cuyo endeudamiento en el sistema financiero (SF), sea de al menos S/.20 mil y menor a S/.300 mil en los últimos seis meses (SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS SBS, 2019).

3.6.3. Tasa de descuento

Las Tasas Activas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional por tipo de crédito, realizadas en los últimos 30 días hasta el 11 de junio del 2019 por la SBS.

Nos servirá para conocer la rentabilidad mínima que nuestro proyecto exige para ser rentable. Además, podremos saber el Valor Actual Neto (VAN) una vez que se haya conocido esta tasa.

Tabla 23.Tasa Activa Anual %.

CRÉDITO PEQUEÑA EMPRESA	TASA ACTIVA ANUAL
Continental	0.13
Mibanco	0.21

Fuente: Propia

3.6.4. Evaluación del proyecto

Será evaluado, mediante los Flujos de fondos, que nos va a permitir verificar los ingresos y egresos netos que tendrá nuestro proyecto, durante su funcionamiento, el cual está proyectado en un periodo de tiempo, de 20 años.

3.6.5. Ingresos y egresos

Los ingresos, son todos los fondos que se generan, al dejar de utilizar los sistemas de riego tradicionales, ya sea por inundación o motobomba. Mientras que los egresos son aquellos

que se dan por el desgaste de la vida útil de los equipos y por la cuota mensual del préstamo bancario, que se analiza con una tasa de interés mínima y máxima.

Tabla 24. Depreciación de los equipos según su vida útil

EQUIPOS	VIDA ÚTIL (años)	CANTIDAD	C. UNIT.	C. TOTAL	DEPRECIACIÓN
Panel Solar	20	8	S/. 540.00	S/. 4,320.00	S/. 216.00
Controlador MP	8	1	S/. 660.00	S/. 660.00	S/. 82.50
Electrobomba Solar	8	1	S/. 1,240.00	S/. 1,240.00	S/. 155.00
Accesorios	8	1	S/. 378.00	S/. 378.00	S/. 47.25
					S/. 500.75

Fuente: Propia

En Las siguientes tablas, presentamos los Flujos de Fondos trazados en un periodo de tiempo de 20 años considerando las tasas de interés tomados de la SBS.

Tabla 25. Flujo de fondos trazados en 20 años.

PERÍODO DE TIEMPO	Año 00	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05	Año 06	Año 07	Año 08
INVERSIÓN TOTAL	S/.30,669.20								
FONDOS GENERADOS		S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00
EGRESOS TOTALES		S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 10,440.00
FLUJO NETO		S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 10,624.00

Año 09	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00	S/. 21,064.00
S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 10,440.00	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75	S/. 8,446.75
S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 10,624.00	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25	S/. 12,617.25

Fuente: Propia

3.6.6. Análisis de las variables económicas

3.6.6.1 Valor actual neto (VAN)

Para determinar, si el proyecto es económicamente rentable se debe obtener un VAN que sea positivo, para esto se consideró todos los ingresos netos de efectivo trazados en un tiempo de 20 años, los cuales serán evaluados con las tasas de descuento anual (costo capital) del 13.49 % y 20.90 %, tomados de los datos de la SBS.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+K)^1} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+K)^n}$$

Donde:

F_t = Flujos de dinero en cada periodo de tiempo.

I_0 = Inversión Inicial.

N = Numero de periodos de tiempo.

K = tasa de interés anual.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se obtuvo un VAN positivo, por lo tanto, nuestro proyecto es económicamente rentable.

Tabla 26. VAN del Proyecto.

Tasa de descuento	VAN	Análisis
13.49%	S/.54,429.84	proyecto rentable
20.90%	S/. 27,811.98	proyecto rentable

Fuente: Propia

3.6.6.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Para que sea aceptada la TIR debe ser superior que la tasa de interés, mientras que si esta es menor el proyecto se debe rechazar.

Tabla 27.TIR del Proyecto

Tasa de descuento	TIR	Análisis
13.49%	41%	Proyecto Aceptable
20.90%	41%	Proyecto Aceptable

Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

Los logros fueron los esperados ya que se pudo lograr la implementación de un sistema fotovoltaico para abastecer con suministro al sistema de bombeo en el fundo El Ciruelo del Caserío la Pintada – Túcume.

Esto debido a que, en el área de influencia, hay niveles de irradiación muy favorable que nos permitieron dimensionar el tamaño del arreglo fotovoltaico.

Teniendo en cuenta que en la zona de estudio existe dificultad en las formas de riego de los terrenos de cultivo, se ha creído conveniente llevar a cabo este estudio para poder dar solución a un problema que es muy común en algunas zonas de la región, pues hasta la actualidad solo ejecutan el riego con sistemas convencionales, como el riego por inundación que solo se da en épocas de avenidas del valle la Leche, que es en los meses de verano, y el riego con motobombas accionados con combustibles fósiles como la gasolina o diésel, perjudican la economía.

Por otro lado, punto de energización en La Pintada, se encuentra alejado de la zona de estudio, además presenta problemas técnicos en el abastecimiento para la población, es por eso que se optó por un suministro confiable y de bajo costo en el mantenimiento y operación en comparación con otras formas de generación.

V. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el estudio que se ha realizado se ha llegado a las conclusiones:

- a) Para diseñar el sistema de riego tecnificado se tuvo en cuenta los siguientes componentes como, La fuente de energía (energía potencial), dada por el desnivel del agua almacenada en un tanque con respecto al suelo, que es de 4 metros.

Para la red de tuberías tanto matriz, portalaterales y laterales se tuvo en cuenta la norma, NTP 399.002:2015, además se aplicó la fórmula de Hazen Williams y el coeficiente de Christiansen para el cálculo de las pérdidas de carga que se dan en las tuberías y en las salidas múltiples.

Los goteros o emisores que se consideraron fueron los Autocompensantes ya que estos son capaces de mantener el caudal de agua casi constante y además son recomendados para terrenos con desnivel.

Los dispositivos de control son válvulas o llaves de paso, que nos permitirán controlar el paso del agua por las tuberías, además se instalaran válvulas o llaves de drenaje que nos permitirá descargar las tuberías cuando se haya terminado de regar.

- b) Se evaluaron los niveles de radiación solar en la zona de estudio durante los meses de marzo y abril de 2019, utilizando el equipo de medición SOLARIMETRO, marca AMBIENT WEATHER, modelo TM – 206, con número de serie 120901868 de procedencia Taiwanesa, así mismo, se utilizó el software de dimensionamiento de sistemas fotovoltaico NASTEC, que nos brindó la data de radiación solar de todo un año, donde obtuvimos el mes con menor irradiación la cual se utilizó para el dimensionamiento.

- c) Se dimensionó el sistema de bombeo fotovoltaico, teniendo en cuenta la radiación solar de la zona, la demanda diaria de agua en el mes más crítico del año (mes de diseño), en las diferentes etapas y estados fenológicos del cultivo de maíz amarillo, y las características físicas del pozo. Para nuestro diseño se escogió la etapa donde el cultivo de maíz necesita mayor cantidad de agua que es de $37.7 \text{ m}^3/\text{día}$. Según el Minagri. Con esta información y la radiación solar del mes más crítico obtuvimos el caudal de agua diario de $8.1 \text{ m}^3/\text{h}$. y la energía hidráulica de 900.9 Wh/día .

Se seleccionó una electrobomba sumergible marca NASTEC Multi Power ya que estas pueden ser alimentadas con corriente continua o alterna en un rango de funcionamiento de (90 – 265 VAC /90 – 340 VDC) con una eficiencia del 25 %.

- d) Para calcular la energía del sistema fotovoltaico, se tuvo en cuenta la energía hidráulica y la eficiencia de la bomba obteniendo una energía promedio de 3603.6 Wh/día. Para un total de 8 paneles de 260 Wp, teniendo en cuenta 1 panel en paralelo y 8 en serie, con una constancia de actividad del 80 %. Un módulo de control CM Multi Power ya que este tipo de controlador trabaja con la electrobomba seleccionada.
- e) Para realizar el cálculo de la máxima energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico se tuvo en cuenta la potencia de los módulos fotovoltaicos, la HPS del mes más crítico y el factor de funcionamiento, obteniendo 7737.6 Wh/día de energía generada. Para luego realizar un balance de energía entre la consumida por la electrobomba de 198 KWh /mes y la generada por el sistema fotovoltaico de 232.13 KWh /mes. Verificando que el sistema fotovoltaico si abastece a la potencia de la electrobomba.
- f) Efectuando la evaluación del sistema de bombeo fotovoltaico y la rentabilidad económica se determinó una inversión de S/ 30,669.2 soles en los metrados de materiales, montaje y el transporte de estos.

Además, al efectuar la evaluación del análisis económico financiero, se obtuvo que la inversión en el proyecto es rentable ya que obtuvimos un VAN de S/. 54,429.84 soles a una tasa mínima de descuento del 13.49 % del banco continental y de S/. 27,811.98 soles a una tasa máxima del 20.90 % de Mibanco. Y un TIR del 41 % lo que hace que nuestro proyecto sea aceptable.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta lo siguiente para una mejor efectividad del sistema fotovoltaico.

- a) Se recomienda tener en cuenta el ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos, ya que en todos los meses del año el sol cambia su ángulo de incidencia debido a la rotación de la tierra, es por eso que hay que establecer una inclinación que nos ayude a capturar mejor la radiación solar.
- b) En caso se requiera aumentar el área de irrigación, se debe evaluar el nuevo equipos de suministro fotovoltaico, que permita suministrar la demanda del recurso hídrico necesario para irrigar los campos de cultivos respectivos.
- c) Se debe hacer por lo menos dos veces por semana la limpieza de los módulos fotovoltaicos, ya que se acumulan diferentes impurezas, debido a la exposición en el medio ambiente.

REFERENCIAS

- ALATA Rey, J. E. (2015). Dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares— caso unalm. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- ARENAS Sanchez, D. H., & ZAPATA Castaño, A. S. (2011). LIBRO INTERACTIVO SOBRE ENERGIA SOLAR Y SUS APLICACIONES. PEREIRA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- ASCENCIO Templo, D. (2012). Guía técnica "Riego tecnificado en el cultivo de maíz amarillo duro". AGROBANCO, Lima. San Nicolas - Brranca - Lima: AGROBANCO.
- AUCCACUSI Montejó, D. F. (2014). Analisis Economico para la seleccion del equipo optimo de bombeo en MuskarumiI Pucyura - Cusco usando fuentes renovables de energia. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Auto Solar , E. (2018). Peru : Radiacion Solar Mas Alta Del Planeta. Peru: Auto Solar Energia del Peru.
- AUTO Solar Paneles Solares. (s.f.). <https://autosolar.es/estructura-paneles-solares>.
Obtenido de <https://autosolar.es/estructura-paneles-solares>
- AUTO solar, E. (2018). Peru:Radicion mas Alta de todo el Planeta. Peru: Auto Solar.
- CAMPUSANO Bautista, L. D., & CAMPUSANO Bautista, C. J. (2016). Estudio de perfil de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Dirimaba. Managua-Nicaragua: Universidad Nacional de Ingenieria.
- CELEMIN Cuellar, M. A. (2016). Estudio para la Implementacion de un Sistema Fovovoltaico como Alternativa Rural Sostenible de la vereda San Roque en el Municipio de Ortega - Tolima. Colombia: Universidad de Manizales.
- DELTA Volt Radiacion solar por departamento. (s.f.).
<https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento>. Obtenido de <https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento>
- DGE -Minem. (s.f.).
http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=6&idTitular=8618.
Recuperado el 23 de 10 de 2018, de
http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=6&idTitular=8618

DIAZ Castañeda, B. G. (2016). Proyecto de inversion social para el abastecimiento de agua potable del Caserio Huaca Bandera - Distrito de Pacora - Provincia de Lambayeque usando un sistema de bombeo solar. Chiclayo: Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.

EKO instruments. (s.f.). <https://eko-eu.com/es/products/energia-solar/pirheliometros/ms-57-pyrelimeter>. Obtenido de <https://eko-eu.com/es/products/energia-solar/pirheliometros/ms-57-pyrelimeter>

GODOY Ortiz, E. R. (2016). Diseño de un sistema de regadio en zona rural con energia Solar Fotovoltaica. Concepción: Universidad Catolica de la Santisima Concepcion.

google. (s.f.). Obtenido de <https://eko-eu.com/es/products/energia-solar/pirheliometros/ms-57-pyrheliometer>

<http://www.kippzonen.es/Product/235/Espira-de-Sombra-CM121B-C#.XARO3liFPIU>. (s.f.).

<https://autosolar.pe/blog>. (s.f.).

<https://eko-eu.com/es/products/energia-solar/pirheliometros/ms-57-pyrelimeter>. (s.f.). Obtenido de <https://eko-eu.com/es/products/energia-solar/pirheliometros/ms-57-pyrelimeter>

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>. (s.f.).

Hydro Environment,Riego Tecnificado. (s.f.). <http://hidroponia.mx/que-es-el-riego-tecnificado/>. Recuperado el 22 de octubre de 2018, de <http://hidroponia.mx/que-es-el-riego-tecnificado/>

INGEMECANICA. (s.f.). Google. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>

LLAUCE Chozo, A. J. (2016). Implementacion de Sistema Fotovoltaico para Reducir el Consumo de Combustibles Fosiles en la Generacion de Energia Electrica en el Restaurant el Cruceño ubicado en el Km 901,Carretera Lambayeque-Piura. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

MENDOZA Martinez, A. E. (2013). RIEGO POR GOTEIO. CENTA.

MINAGRI. (2012). Plan Estrategico Sectorial Multianual 2012-2016. Lima: Ministerio de agricultura.

MINAGRI. (2018). Ficha tecnica #19 Requerimientos agroclimaticos del cultivo de maiz amarillo duro. LIMA: MINAGRI.

- MORAN Santamaria, J. M. (2013). Analisis y evaluacion para la viabilidad tecnico economico en el uso de la energia solar fotovoltaica para el centro poblado Cruz de Pañala - Distrito de Morrope. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- NASTEC BOMBAS MULTIPOWER. (s.f.). <http://www.energiainnovadora.com>.
- Nieto Middleton, M. C. (2017). Estudio de factibilidad técnica y económica para implementar un sistema de energia renovable no convencional, para una Piscicultura experimental de recirculacion de agua en la empresa Cobia del Desierto de Atacama SpA ubicado en Mejillones . Puerto Montt: Universidad Austral de Chile.
- NUÑEZ Ahumada, E. A. (2018). Desarrollo de una herramienta computacional para el dimensionamiento adecuado de Sistemas Fotovoltaicos de bombeo aplicados a riego. Santiago de Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria.
- NUÑEZ Leonardo , A. (2015). MANUAL DE CALCULO DE EFICIENCIA PARA SISTEMAS DE RIEGO. MINAGRI. Lima: DGIAR.
- OSINERGMIN. (2016). La Industria de la Electricidad en el Peru (Segunda impresion 2017 ed.). Lima: Grafica BIBLOS S.A.
- PALACIOS, R. (2011). IDENTIFICACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA SECTOR AGRICULTURA CASO: RIEGO. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS.
- PAVCO. (Julio de 2014). Manual Tecnico Tubosistemas Presión PVC. Colombia: Ofsset Grafico.
- PEREZ Martinez, P. (2015). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico. Madrid: Universidad Carlos III.
- PERPIÑAN Lamigueiro, O. (2018). Energia solar fotovoltaica (2018 ed., Vol. VERSION 1.9). España: Creative commons.
- PRO MÉXICO , I. (2017). LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO (Primera ed.). MÉXICO: Secretaria de Economia.
- PROYECTO AMICAF, E. (2015). AMICAF.
- SALAZAR Espinoza, J. (2017). Diseño de un sistema fotovoltaico autonomo para abastecimiento eficiente de energia en el ambito rural. Huancayo - Peru: Universidad Nacional del Centro del Peru.

- SALMERON Rodriguez, D. A., & BLANDON Rivas, J. A. (2014). Estudio de preinversion de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe. Managua: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Sandia National Laboratories. (s.f.). Guia para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energia Fotovoltaica (Vol. 1). (S. N. Laboratories, Ed.)
- SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS SBS. (2019). Recuperado el 11 de JUNIO de 2019
- VALDIVIEZO Salas, P. D. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energia electrica a 15 computadoras portatiles en la PUCP. Lima: Pontificia Universidad Catolica Del Peru.
- YINGLI SOLAR. (2016). yimglisolar.com.

ANEXOS

ANEXO 1: Plano de ubicación.

ANEXO 2: Plano de estructura metálica de modulo fotovoltaico.

ANEXO 3: Plano de cimentación de estructura de tanque elevado.

ANEXO 4: Certificado de calibración de equipo SOLARIMETRO.

ANEXO 5: Radiación solar, software de dimensionamiento fotovoltaico NASTEC.

ANEXO 6: Ficha de inspección.

ANEXO 7: Ficha de registro de documentos.

ANEXO 8: Especificaciones técnicas de electrobomba sumergible.

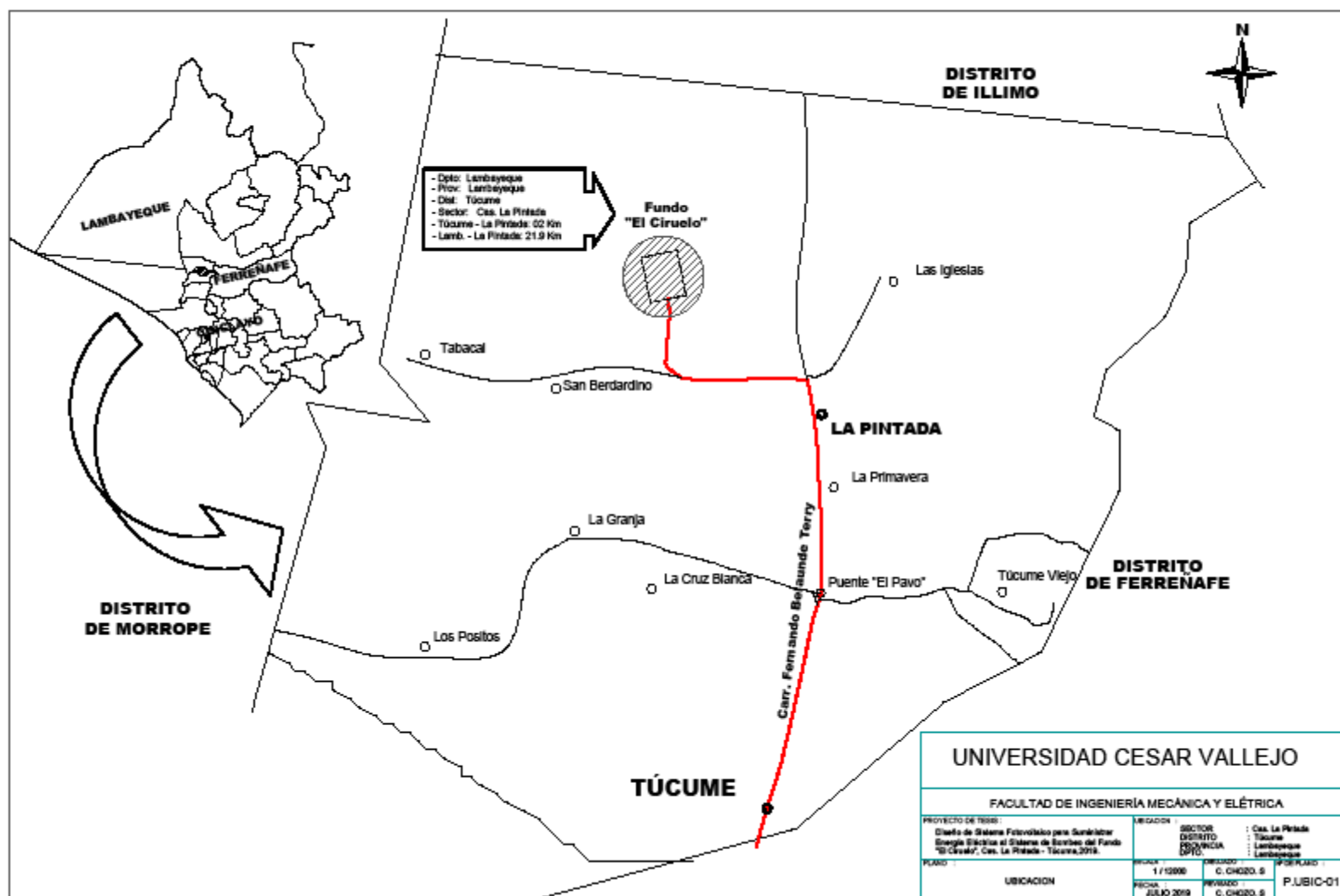
ANEXO 9: Especificaciones técnicas de panel solar.

ANEXO 10: Especificaciones técnicas de módulo de control.

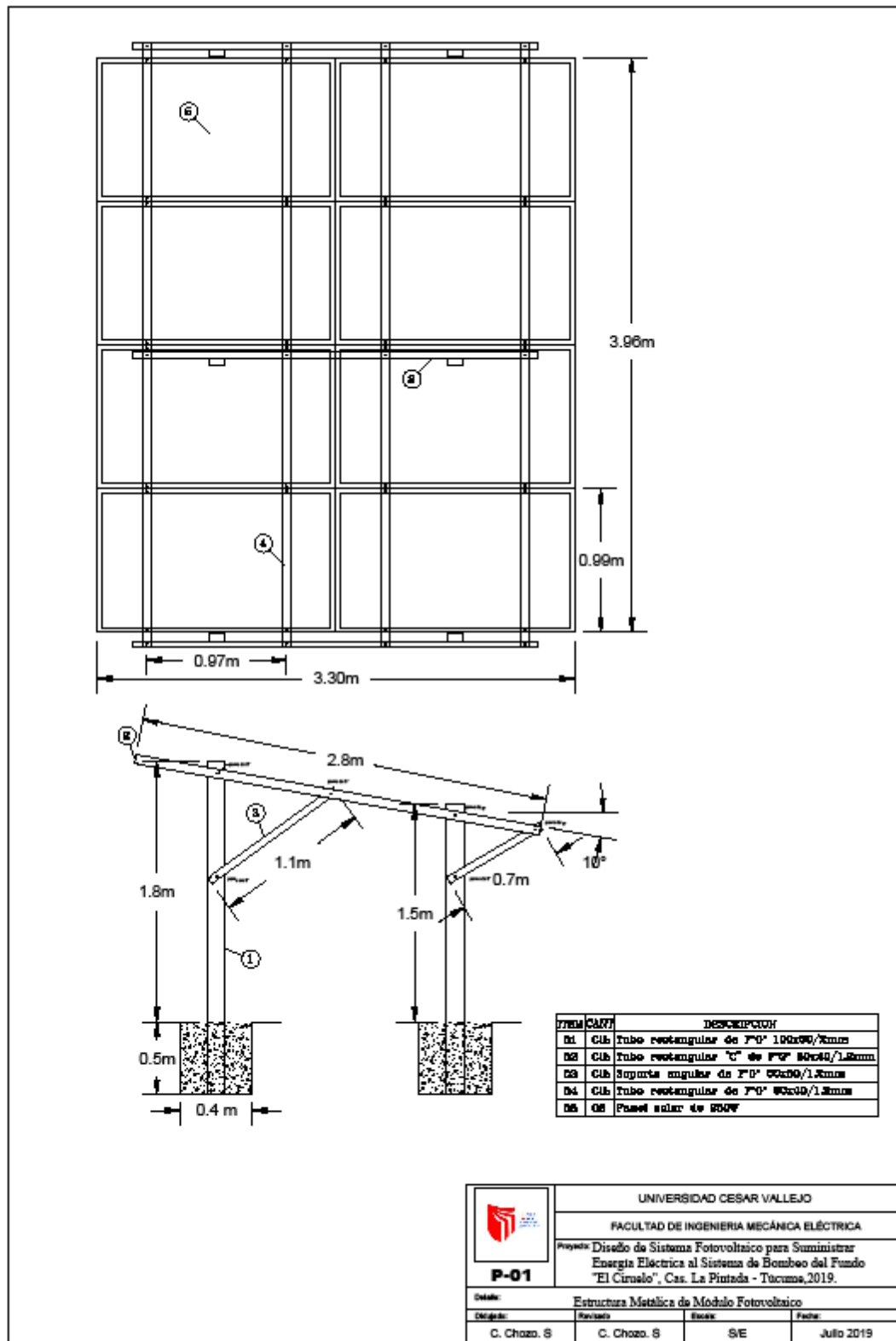
ANEXO 11: Especificaciones técnicas de tuberías.

ANEXO 12: Tomas fotográficas en campo.

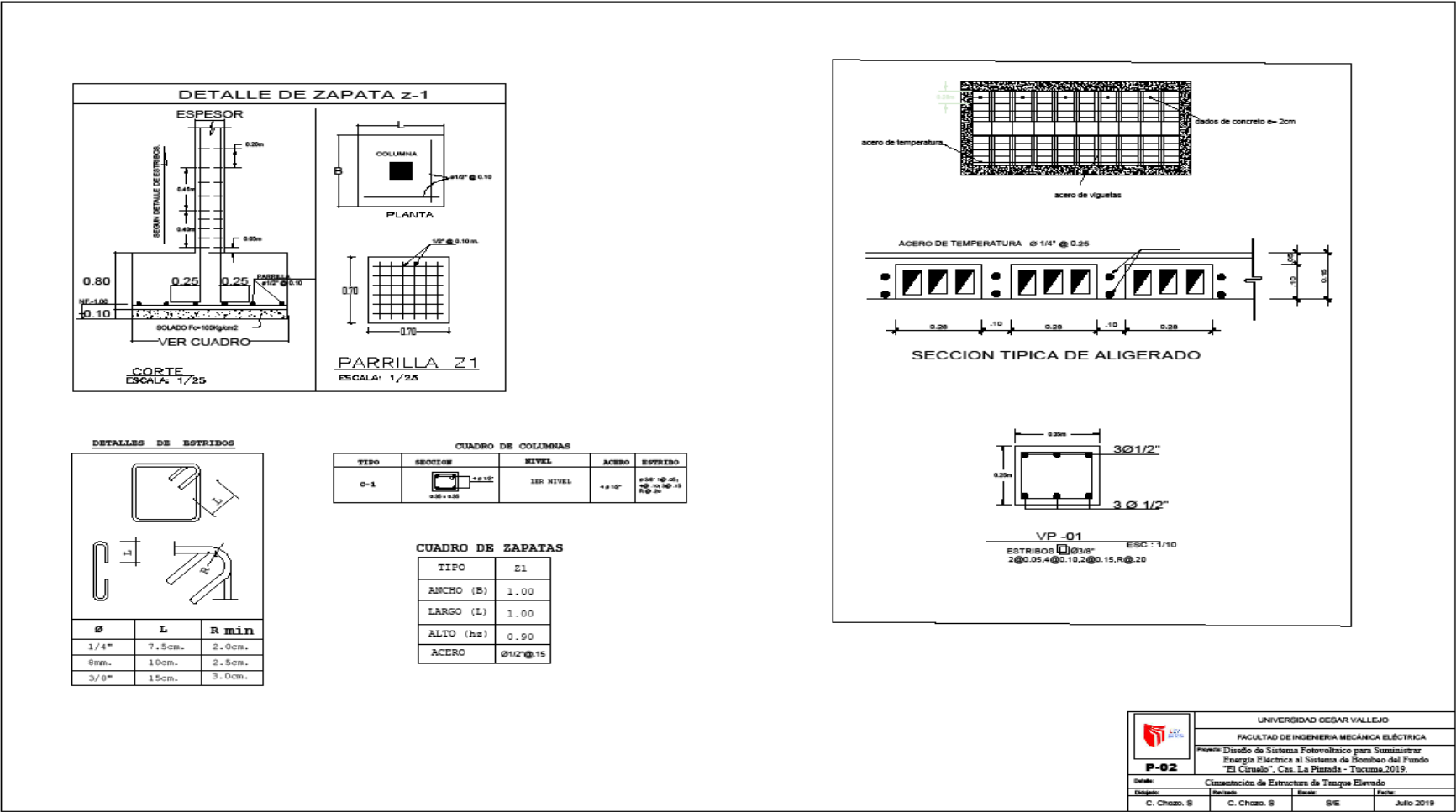
ANEXO 1: Plano de ubicación.



ANEXO 2: Plano de estructura metálica de modulo fotovoltaico.



ANEXO 3: Plano de cimentación de estructura de tanque elevado.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA			
Proyecto: Diseño de Sistema Fotovoltaico para Suministrar Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo "El Curuleo", Cas. La Piedad - Tacuma, 2019.			
P-02			
Cimentación de Estructura de Tanque Elevado			
Diseño:	Revisado:	Revisado:	Fecha:
C. Chao, S.	C. Chao, S.	S/E	Julio 2019

ANEXO 4: Certificado de calibración de equipo SOLARIMETRO.



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

1 CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Dirección : CAL JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

2 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR
Marca : AMBIENT WEATHER
Modelo : TM-206
Serie : 120901868
Alcance : 2000 W/m2
Procedencia : Taiwan

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
Fecha : 2019-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

4 METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DC 4062	LTF-C-103-2016	INACAL-DM
TERMOMIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-082-2016	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2016	INACAL-DM

6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Maximo Oriundo Cordero
CIP:94415
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb. Los Jardines de San Juan - San Juan de Iruiganchi - Lima - Lima

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

Página : 2 de 2

Fecha : 2019-04-28

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificación de Panel de Control		Conforme
Verificación de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

Medición de Potencia Solar (W/m²)

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
150,0	151,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

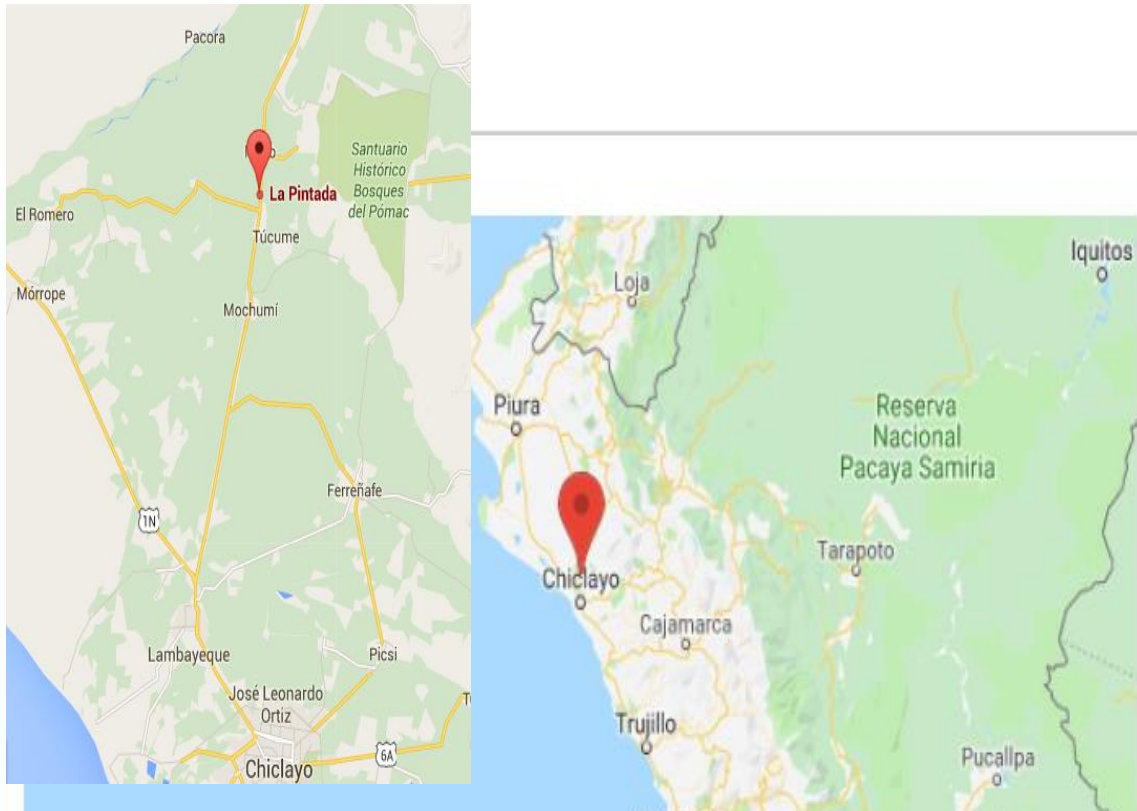
FIN DE DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb. Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima

ANEXO 5: Radiación solar, software de dimensionamiento fotovoltaico NASTEC.



Latitude	Longitude		Altitude (M)		GMT Offset (Hour(S))								
-6.51688	-79.84293		104		-5								
Selected months for operation													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
Average daily solar irradiance [kWh/m^2/day] for latitude tilted panels	5.70	5.50	5.77	5.44	5.05	4.65	4.65	5.01	5.57	5.88	5.97	5.89	5.42
Max daily ambient temperature [°C]	26.43	26.50	26.79	27.32	27.72	27.64	27.71	28.22	28.29	27.89	27.15	26.64	27.36
Mn daily ambient temperature [°C]	18.96	19.35	19.58	19.51	18.78	17.83	17.06	17.30	17.89	17.94	17.60	18.43	18.35
Average daily temperature [°C]	22.70	22.93	23.19	23.42	23.25	22.74	22.39	22.76	23.09	22.92	22.38	22.54	22.86

ANEXO 6: Ficha de inspección.

FECHA		Nº
FICHA DE INSPECCIÓN		
DATOS GENERALES		
PROPIETARIO		
DIRECCIÓN		
RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN		
ACTIVIDADES REALIZADAS		
OBSERVACIONES		
RESPONSABLE		PROPIETARIO

ANEXO 7: Ficha de registro de documentos.

FICHA DE REGISTRO DE DOCUMENTOS				
Nº	NOMBRE DE DOCUMENTO	TIPO	AUTOR	AÑO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
RESPONSABLE				

ANEXO 8: Especificaciones técnicas de electrobomba sumergible.



Bombas sumergibles
de 4" con electrónica
integrada alimentadas
por multiples fuentes
de energia renovable.



nueva gama



ESPAÑOL

Bombas Nastec Multipower 4HS

Las bombas 4HS MultiPower (4HS MP), impulsado por fuentes de energía Solar, es una nueva gama procedente de la 4HS bombas con una función de inversor.

Las bombas 4HS MultiPower pueden ser alimentado por corriente alterna o continua con una amplia gama de tensión de funcionamiento (90-265 VAC / 90-340 VDC).

Esto significa que las bombas de 4HS MP pueden ser conectados a los paneles solares, baterías, turbinas de viento y generador diésel. Un algoritmo de software especial permite ajustar el rendimiento hidráulico a cada fuente y en la potencia disponible y aumentar al máximo la agua bombeada. Todas las ventajas de la electrónica incorporada la electrónica incorporada dentro del motor evitan el uso de cables apantallados y filtros de salida y es la solución ideal para cualquier aplicación en lugares remotos sin vigilancia y climáticamente adverso.

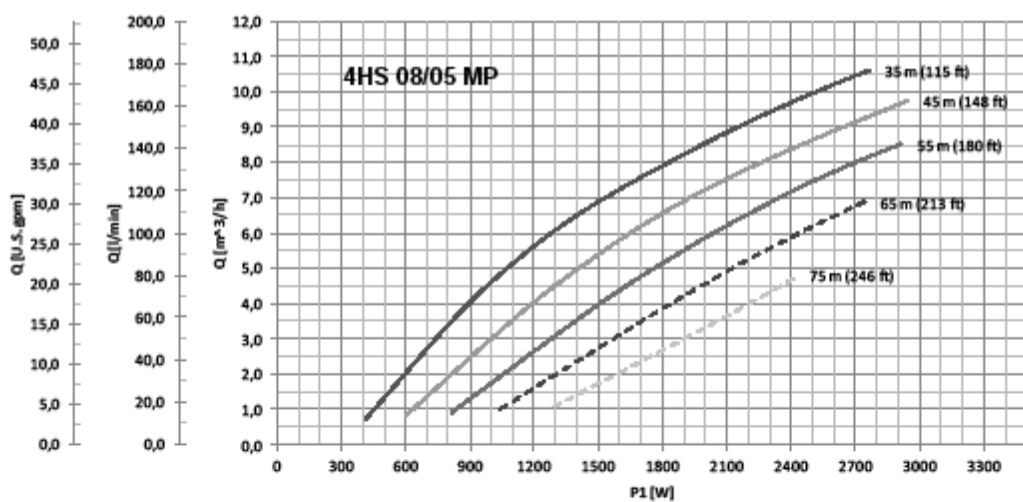
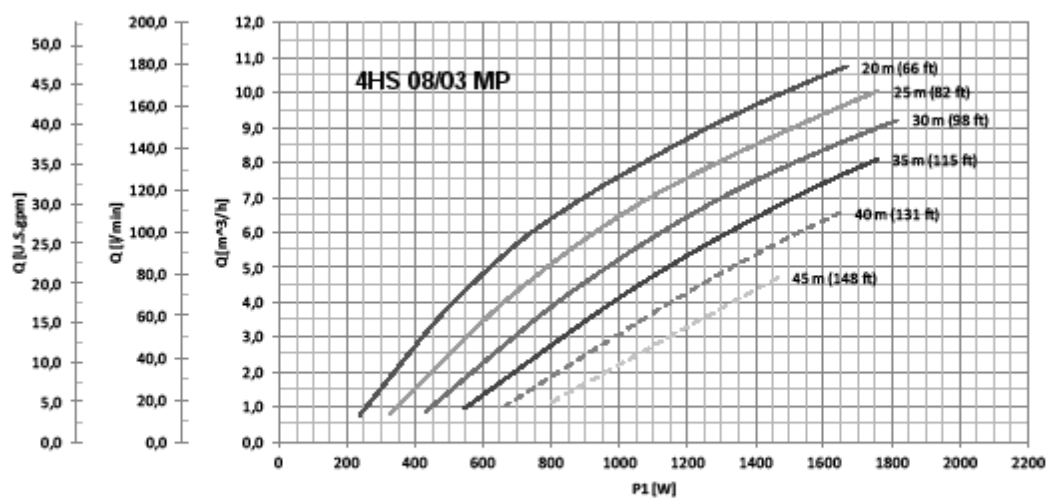


Bombas 4HS MultiPower no necesitan de ningún componente electrónico externo; que es justo lo suficiente para conectar el cable de la bomba a la fuente de energía y empezar a extraer el agua.

La temperatura de funcionamiento de los componentes electrónicos bajo para asegurar una larga vida útil al inversor.

Bomba Nastec		Potencia Watts (W)	Caudal Mínimo (m3/H)	Caudal Máximo (m3/H)	Altura Mínima (m)	Altura Máxima (m)
4HS	05-04MP	1100	0.76	7.6	18	64
4HS	05/08MP	2200	0.76	7.6	36	128
4HS	08/03MP	1100	1.12	11.2	16.8	49.5
4HS	08/05MP	2200	1.12	11.2	28	82.5
4HS	02/02H MP	825	0.5	2.97	0	100

Rendimientos

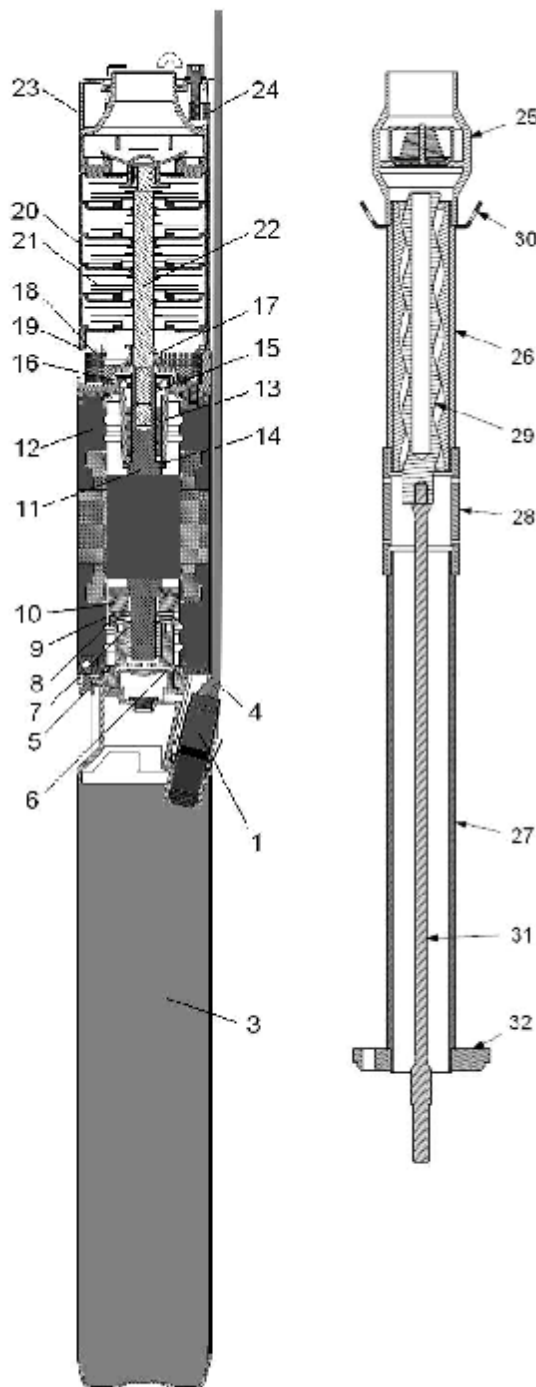


Se recomienda la instalacion del CM MultiPower en la operación para líneas punteadas.

Modelo	Voltaje	Max. corriente absorbida	Factor de potencia	Max. potencia absorbida	Dimensiones	Descarga	Peso	Diametro Max.	Embalaje	Peso total
4HS		[A]		P_1 [W]	[mm]		[kg]	[mm]	[cm]	[Kg]
08/03 MP	90 - 340 VDC 90 - 265 VAC	16 (113 VDC) 16 (113 VAC)	1	1800	858	1 1/2 " 2"	19,4	101 *	120x20x29	20
08/05 MP	90 - 340 VDC 90 - 265 VAC	16 (187 VDC) 16 (187 VAC)	1	3000	950	1 1/2 " 2"	21	101 *	120x20x29	22

* Dimensiones máximas incluyendo el cubrecable.

Materiales



Item	DESCRIPCION	MATERIAL
1	Conector de alimentacion con cable para aplicaciones de agua potable	AISI 304 + cable segun ACS-KTM-WRAS
3	MINT: Modulo electronico Integrado	
4	Protector de cable	AISI 304
5	Cojinete de empuje inferior	AISI 304
6	Diafragma de goma	EPDM
7	Casquillo inferior de carbon	CTI25
8	Disco Inclínable	AISI 304
9	Soportes	AISI420j
10	Disco de carbon	CTI25
11	Eje con rotor	AISI 431
12	Estator resinado	AISI 304
13	Cojinete superior de carbon	CTI25
14	Cojinete de empuje superior	Teflon
15	Camisa ceramica	AISI 304 + Ceramic
16	Reten	FKM
17	Protector de arena	NBR
18	Filtro de bomba	AISI 304
19	Soporte de bomba	AISI 304
Bomba centrífuga		
20	Difusores	AISI 304
21	Turbinas	AISI 304
22	Eje de bomba	AISI 304
23	Cuerpo de impulsión	AISI 304
24	Tirantes	AISI 304
Rotor helicoidal		
25	Valvula antirretorno	AISI 304
26	Estator helicoidal	EPDM + AISI 304
27	Soporte de tubo	AISI 304
28	Conector	AISI 304
29	Rotor helicoidal	AISI 316 cromed
30	Gancho de seguridad	AISI 304
31	Eje flexible	AISI 316
32	Adaptador de bomba	AISI 304

ANEXO 9: Especificaciones técnicas de panel solar.

YINGLI SOLAR

**YGE
60 CELL
SERIES 2**



EFICIENCIA DE LA CÉLULA
18.5%

GARANTÍA DE PRODUCTO
10 AÑOS

TOLERANCIA DE POTENCIA
0-5W

Garantía lineal a 25 años


Años	Garantía lineal de potencia Yingli (%)	Garantía estándar del sector (%)
0	97.8	91.2
25	91.2	80.7

YINGLISOLAR.COM



RENDIMIENTO Y VERSATILIDAD DEMOSTRADOS

Sometida a pruebas independientes que demuestran la calidad de los productos y la fiabilidad a largo plazo. Millones de sistemas fotovoltaicos instalados por todo el mundo demuestran el liderazgo de Yingli en el sector.



Durabilidad

Módulos Fotovoltaicos duraderos, probados independientemente en condiciones ambientales adversas tales como la exposición al ambiente salino, amoníaco y factores de riesgo del PID conocidos.



Vidrio avanzado

Nuestro vidrio de alto nivel de transmisión incorpora un exclusivo revestimiento antirreflectante que dirige más luz hacia las células solares y genera un mayor rendimiento energético.



El tamaño de módulo más vendido

Este tamaño es el más demandado por millones de bancos e inversores y el más indicado para la práctica totalidad de aplicaciones fotovoltaicas.



Resistente al PID

Probados conforme al borrador de la norma IEC 62804, nuestros Módulos Fotovoltaicos han demostrado ser resistentes al PID (Degradación por Potencia Inducida), que se traduce en seguridad para su inversión.

Yingli Green Energy

Yingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE:YGE), conocida como "Yingli Solar", es uno de los fabricantes líderes de paneles solares con la misión de ofrecer energía verde asequible para todos. Con más de 60 millones de paneles solares en todo el mundo, Yingli Solar hace posible la energía solar en comunidades en todo el mundo gracias a su experiencia global en fabricación y logística para abordar retos locales específicos.

YGE 60 CELL SERIES 2

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo			YLG60P-20b (max P _{max})					
Potencia de salida	P _{max}	W	275	270	265	260	255	250
Tolerancia de potencia de salida	ΔP _{max}	W	0 / + 5					
Eficiencia del módulo	η _m	W	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3
Tensión en P _{max}	V _{mp}	V	31.0	30.7	30.5	30.3	30.0	29.8
Intensidad en P _{max}	I _{mp}	A	8.90	8.80	8.70	8.50	8.40	8.30
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	37.0	37.0	37.8	37.7	37.7	37.6
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	9.35	9.27	9.18	9.00	9.01	8.92

STC: 1000 W/m² de irradiación, 25°C de temperatura de célula, espectro AM1.5g conforme a la IEC 60904-2.
Reducción media de la eficiencia relativa de 2,2% a 200 W/m² según la IEC 60904-3.

Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la célula (TONC)

Potencia de salida	P _{max}	W	200.6	196.9	193.3	189.7	186.0	182.4
Tensión en P _{max}	V _{mp}	V	28.2	28.0	27.8	27.6	27.4	27.2
Intensidad en P _{max}	I _{mp}	A	7.04	7.04	6.96	6.87	6.79	6.71
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	35.0	35.0	34.9	34.8	34.8	34.7
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	7.56	7.49	7.42	7.35	7.28	7.21

TONC: temperatura operativa del módulo en circuito abierto a 800 W/m² de irradiación, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura operativa nominal de la célula	TONC	°C	46 ± 2
Temperatura coeficiente de P _{max}	γ	W/°C	-0.42
Temperatura coeficiente de V _{oc}	β _{oc}	W/°C	-0.32
Temperatura coeficiente de I _{sc}	α _{sc}	W/°C	0.05

CONDICIONES OPERATIVAS

Tensión máxima del sistema	1000V _{DC}
Valor máximo del fusible en serie	15A
Limitación de corriente inversa	15A
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C to 85°C
Máxima carga estática frontal (ej. nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (ej. viento)	2400Pa
Max. impacto por granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material/ espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3,2 mm
Célula solar (cantidad / tipo / dimensiones/ número de bordes)	60' silicio multicristalino / 156.75 mm x 156.75 mm/ 4 o 5
Marco (material/color/cálculo anodizado/estado de borde)	Aluminio anodizado
Caja de conexiones (grado de protección)	≥ IP67
Cable (longitud/ sección transversal)	1000mm / 4mm ²
Conector (tipo / grado de protección)	MCA / IP68 o YTOB-1 / IP67 o Amphenol HA / IP68 o Feros SKE4 / IP68 o Raeha RHDS-6 / IP67

- Debido a la continua innovación, investigación y mejora del producto, la información y las especificaciones citadas en esta hoja de características están sujetas a cambios sin previo aviso. Las especificaciones pueden variar ligeramente y no están garantizadas.
- Los datos no están referidos a un único módulo y no forman parte de la oferta, sirven solo para su comparación entre diferentes tipos de módulos.

CUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

IEC 61215, IEC 61730, CE, MCS, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000



© Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.

DS_YGE60Cell-20b_35mm_EU_EN_2016/021_V04

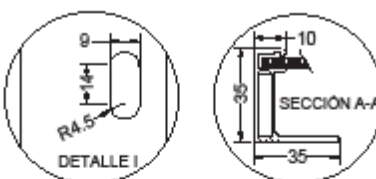
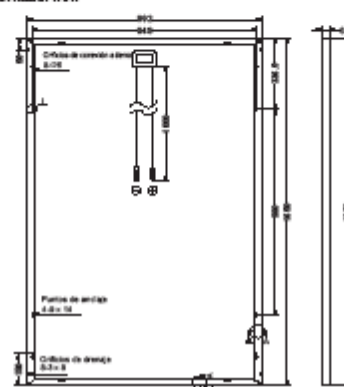
CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (Longitud/Ancho/Alto)	1650mm / 992mm / 35mm
Peso	18.5kg

ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Número de módulos por pallet	30
Número de pallets por contenedor de 40'	28
Dimensiones de la caja de embalaje (L/A/R)	1700mm / 1135mm / 1165mm
Peso de la caja	±88kg

Unidad: mm



Advertencia: Lea el Manual de Instalación y Uso en su totalidad antes de manejar, instalar u operar módulos de Yingli Solar.



Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.

service@yingli.com

Tel: +86-312-2188055

YINGLISOLAR.COM



CM: Módulo de Control

El módulo de control CM, totalmente fabricado en aluminio y con grado de protección IP55, gestiona el funcionamiento de la bomba desde la superficie, regulando su velocidad para mantener constante la presión deseada independientemente de la demanda de agua.

ES suficiente conectar el sensor de presión, incluido en el paquete, y efectuar una configuración rápida de la bomba en relación con la instalación. Además, durante la operación, el CM monitorea constantemente y proporciona información sobre los parámetros

eléctricos, hidráulicos y térmicos de la bomba y proporciona una protección completa contra sobretensión, subtensión, sobrecarga y funcionamiento en seco.



Módulo de Control CM MultiPower	
Temperatura ambiente máxima	50°C (122°F).
Grado de protección	IP55.
Materiales	Carcasa de aluminio, etiquetas en PVC, pasacables en poliamida (PA), membrana del display en polyester (PE).
Entradas analógicas	2 entradas 4-20 mA + 2 entradas 4-20 mA o 0-10 V programables por el usuario.
Entradas digitales	4 entradas N.A o N.C programables por el usuario.
Salidas digitales	2 relés de salida de 5 A , 250 VAC, N.A. o N.C programables por el usuario
Pantalla	Display LCD retroiluminado , 16 caracteres x 2 filas, 5 pulsadores, alarma acústica por zumbador.

ANEXO 11: Especificaciones técnicas de tuberías.

Productos de calidad para la tranquilidad de su hogar




PRE-DIAL-Agua Fría, desagüe y eléctrico - PRE-DIAL-Agua Fría, desagüe y eléctrico



TUBERIA Y CONEXIONES DE PVC

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA CON ROSCA NTP 399.166 : 2008

Diámetro Exterior		Longitud			Rosca NPT	Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 Bar)	
Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Rosca (mm)	Útil (Metros)	Hilos Número	Espesor (mm)	Peso Aprox. (Kg x tubo)
1/2"	21.0	5.00	17.2	4.98	14	2.9	1.277
3/4"	26.5	5.00	17.5	4.98	14	2.9	1.663
1"	33.0	5.00	21.8	4.98	11 1/2	3.4	2.443
1 1/4"	42.0	5.00	22.4	4.98	11 1/2	3.6	3.353
1 1/2"	48.0	5.00	22.8	4.98	11 1/2	3.7	3.975
2"	60.0	5.00	23.7	4.98	11 1/2	3.9	5.303

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002 : 2015

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 Psi (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 215 PSI (15 bar)	
Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Útil (metros)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)
1/2" (I)	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	1.8	0.841	1.8	0.841
3/4" (I)	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.082	1.8	1.082
1"	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.365	2.3	1.717
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.758	2.0	1.943	2.9	2.755
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.020	2.3	2.554	3.3	3.584
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.544	2.2	3.088	2.9	4.021	4.2	5.692
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.111	2.6	4.444	3.5	5.905	5.1	8.407
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.608	3.2	6.625	4.2	8.593	6.2	12.385
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.562	4.1	10.944	5.4	14.244	8.0	20.597
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.326	6.1	23.995	8.0	31.099	11.7	44.432
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.519	7.9	40.521	10.4	52.713	15.3	75.730
10"	273.0	5.00	4.77	6.7	43.353	9.9	63.290	13.0	82.130	19.0	117.269
12"	323.0	5.00	4.73	7.9	60.487	11.7	75.585	15.4	98.105	22.5	164.301

(I) Sello Sedapal para 21mm y 26.5mm según especificación técnica SEDAPAL.



(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.166

(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.002


(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.003

Agua Fría Presión PVC

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA CON PRESIÓN SEGÚN NTP 399.002 : 2015 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002


Contamos con tuberías en medidas desde 1/2" hasta 12" para presiones de Trabajo de 5, 7.5, 10 y 15 bar respectivamente. Asimismo contamos con mas de 90 conexiones Clase 10 con campanas para ser soldadas. Las Conexiones PAVCO tienen mayor resistencia a la presión (43% mas espesor en promedio), mayor seguridad en el embone (tienen 31% mas área de embone en promedio) y no tienen restricciones al flujo de agua, minimizando así las pérdidas de carga.

CODOS 45° SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	35	25	0.018	T
3/4"	26.7	43	30	0.030	T
1"	33.3	51	36	0.040	T
1 1/4"	42.4	63	42	0.085	T
1 1/2"	48.3	72	48	0.115	T
2"	60.3	90	60	0.160	T
2 1/2"	73.3	109	73	0.270	T
3"	84.0	133	89	0.450	T
4"	114.4	171	114	0.800	T
6"	168.5	252	168	3.250	T
8"	220.0	328	219	8.400	T
10"	274.0	409	273	12.000	T
12"	324.0	484	323	17.200	T

CODOS A 90° SP



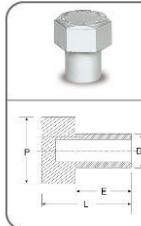
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	23	0.028	I
3/4"	26.7	57	25	0.047	I
1"	33.3	68	29	0.068	I
1 1/4"	42.4	83	33	0.090	I
1 1/2"	48.3	93	33	0.225	I
2"	60.3	115	45	0.251	I
2 1/2"	73.3	155	62	0.500	T
3"	88.7	143	62	0.502	I
4"	114.8	242	97	1.000	T
6"	169.0	356	143	3.500	T
8"	220.3	465	196	10.000	T
10"	274.6	579	232	18.300	T
12"	324.6	685	275	30.000	T

REDUCCIONES SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Peso APROX (Kg)	F
3/4" a 1/2"	26.7	21.2	51	25	20	0.025	I
1" a 1/2"	33.2	21.2	53	28	18	0.030	I
1" a 3/4"	33.2	26.7	56	28	22	0.030	I
1 1/4" a 1/2"	42.0	21.0	62	36	18	0.050	T
1 1/4" a 3/4"	42.0	26.5	67	36	23	0.055	T
1 1/4" a 1"	42.0	33.0	73	36	28	0.060	T
1 1/2" a 1/2"	48.0	21.0	67	41	18	0.075	T
1 1/2" a 3/4"	48.0	26.5	73	41	23	0.075	T
1 1/2" a 1"	48.0	33.0	79	41	28	0.075	T
1 1/2" a 1 1/4"	48.0	42.0	88	41	36	0.100	T
2" a 1/2"	60.0	21.0	79	51	18	0.095	T
2" a 3/4"	60.0	26.5	85	51	23	0.100	T
2" a 1"	60.0	33.0	91	51	28	0.100	T
2" a 1 1/4"	60.0	42.0	100	51	36	0.098	T
2" a 1 1/2"	60.0	48.0	106	51	41	0.100	T
2 1/2" a 1/2"	73.0	21.0	118	62	18	0.160	T
2 1/2" a 3/4"	73.0	26.5	118	62	23	0.160	T
2 1/2" a 1"	73.0	33.0	118	62	28	0.170	T
2 1/2" a 1 1/4"	73.0	42.0	118	62	36	0.200	T
2 1/2" a 1 1/2"	73.0	48.0	118	62	41	0.203	T
2 1/2" a 2"	73.0	60.0	130	62	51	0.175	T
3" a 1/2"	88.5	21.0	133	75	18	0.250	T
3" a 3/4"	88.5	26.5	133	75	23	0.250	T
3" a 1"	88.5	33.0	133	75	28	0.275	T
3" a 1 1/2"	88.5	48.0	133	75	41	0.300	T
3" a 2"	88.5	60.0	145	75	51	0.300	T
3" a 2 1/2"	88.5	73.0	158	75	62	0.305	T
4" a 2"	114.0	60.0	170	97	51	0.575	T
4" a 2 1/2"	114.0	73.0	183	97	62	0.550	T
4" a 3"	114.0	88.5	198	97	75	0.585	T
6" a 4"	168.0	114.0	276	143	97	0.200	T
6" a 6"	219.0	168.0	378	186	143	1.000	T


F = Proceso de Fabricación
I = Inyección
T = Termoformado



TAPÓN MACHO SP


Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	P (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.0	45	33	23	0.030	T
3/4"	26.5	56	37	22	0.040	T
1"	33.0	51	46	23	0.062	T
1 1/4"	42.0	71	50	36	0.100	T
1 1/2"	48.0	82	56	41	0.115	T
2"	60.0	102	76	51	0.175	T
2 1/2"	73.0	124	89	62	0.150	T
3"	88.5	150	105	75	0.500	T
4"	114.0	194	130	97	0.850	T
6"	168.0	286	194	143	2.400	T
8"	219.0	372	250	186	5.100	T
10"	273.0	634	307	317	3.000	T
12"	323.0	549	361	275	3.500	T

TEES SP




Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	67	48	23	0.036	I
3/4"	26.7	79	57	26	0.054	I
1"	33.2	94	68	29	0.094	I
1 1/4"	42.4	123	88	36	0.275	I
1 1/2"	48.3	123	88	36	0.308	I
2"	60.3	153	109	46	0.345	I
2 1/2"	73.3	240	164	62	0.550	T
3"	88.1	320	230	75	0.912	T
4"	114.8	418	328	97	1.700	T
6"	169.0	576	443	143	6.500	T
8"	220.3	750	577	186	13.000	T
10"	274.6	936	722	232	23.600	T
12"	324.6	510	827	275	30.000	T

UNIONES SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	22	0.026	I
3/4"	26.7	53	26	0.040	I
1"	33.2	0	29	0.052	I
1 1/4"	42.3	77	33	0.065	I
1 1/2"	48.2	77	33	0.109	I
2"	60.2	97	46	0.184	I
2 1/2"	73.3	130	62	0.210	T
3"	88.8	158	75	0.370	T
4"	114.3	203	97	0.650	T
6"	168.5	300	143	2.500	T
8"	219.6	391	186	5.400	T
10"	273.8	487	232	9.500	T
12"	323.9	577	275	12.500	T

TAPÓN HEMBRA SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	33	22	0.020	I
3/4"	26.7	37	22	0.022	I
1"	33.2	46	22	0.032	I
1 1/4"	42.4	49	36	0.045	T
1 1/2"	48.4	57	41	0.055	T
2"	60.5	59	51	0.125	T
2 1/2"	73.6	62	62	0.150	T
3"	89.1	101	75	0.270	T
4"	114.8	116	97	0.450	T
6"	169.0	190	143	0.946	T
8"	220.3	217	186	2.100	T
10"	274.6	240	232	3.000	T
12"	324.6	294	275	3.500	T

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

Propiedades Físicas y Mecánicas del PVC

PROPIEDADES	NORMA	UNIDADES
Peso Específico a 25°C	ASTM D-792	1.41 gr/cm3
coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D-696	0.06 mm / m / °C
Constante Dieléctrica	ASTM D-150	A 10 ³ 10 ³ Hz 3.0 - 3.8
Inflamabilidad	NTP 399.007	Autobextingible
Coefficiente de Fricción	-	n=0.009 Manning; C= 150 Hazen-Williams
Tensión de Diseño	-	100 bar
Resistencia a la Tracción	ASTM D-638	48 Mpa

Propiedades y Ventajas de las Tuberías y Conexiones

- Tuberías diseñadas, fabricadas y comercializadas bajo la garantía de sistema de calidad ISO 9001:2008.
- Materia prima: PVC virgen sin estabilizantes de plomo, lo cual reduce el impacto ambiental.
- Fabricado por la empresa N° 1 de Latinoamérica en Tubosistemas, lo cual brinda un respaldo de calidad internacional.
- Mexichem desarrolla sus actividades enmarcadas en valores como la integridad, que se refleja en un comportamiento ético con responsabilidad social y ambiental; la innovación constante en el mejoramiento de nuestros productos; y a búsqueda de soluciones completas que nos permite ofrecerle la mayor variedad de tuberías y conexiones en el Perú.

Agua Fría con Rosca

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA CON ROSCA SEGÚN NTP 399.166 : 2008 (2013) / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002

Son fabricadas en diámetros desde 1/2" hasta 2" para una presión de trabajo de 10 bar (145 psi) . Las rosas usadas son NPT y contamos con más de 80 conexiones en diversos tamaños y variedades de las cuales mas de 30 son inyectadas. Todos nuestros accesorios son fabricados en color Gris orgánico o blanco.

CODOS 90° CON ROSCA



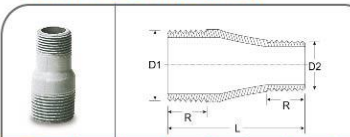
Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	45	17	0.020	I
3/4"	55	17	0.052	I
1"	64	21	0.074	I
1 1/4"	90	22	0.200	I
1 1/2"	90	22	0.168	I
2"	115	24	0.289	I

UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA



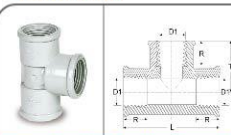
Diámetro ref.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F
1/2"	43	46.5	16	I
3/4"	46	52	17.5	I
1"	53	62	20.5	I

REDUCCIONES CON ROSCA EXTERNA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	R1 (mm)	R2 (mm)	PESO (Kg)	F
3/4" - 1/2"	26.7	21.3	63	17	17	0.021	I
1" - 1/2"	23.4	21.3	53	21	17	0.025	T
1" - 3/4"	33.4	26.7	58	21	17	0.028	T
1 1/4" a 1/2"	42.2	21.3	67	22	17	0.047	T
1 1/4" a 3/4"	42.2	26.7	67	22	17	0.045	T
1 1/4" a 1"	42.2	33.4	73	22	21	0.050	T
1 1/2" a 1/2"	48.3	21.3	79	22	17	0.055	T
1 1/2" a 3/4"	48.3	26.7	79	22	17	0.060	T
1 1/2" a 1"	48.3	33.4	79	22	21	0.070	T
1 1/2" a 1 1/4"	48.3	42.2	88	22	22	0.060	T
2" a 1"	60.3	33.4	91	24	21	0.100	T
2" a 1 1/2"	60.3	21.3	100	24	17	0.100	T
2" a 3/4"	60.3	26.7	100	24	17	0.010	T
2" a 1 1/4"	60.3	42.2	100	24	22	0.115	T
2" a 1 1/2"	60.3	48.3	106	24	22	0.125	T

TEES CON ROSCA



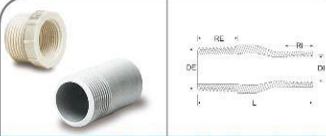
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	T (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	44	62	17	0.025	I
3/4"	23.8	53	73	17	0.041	I
1"	29.9	64	88	21	0.063	I
1 1/4"	38.7	86	122	22	0.280	I
1 1/2"	44.8	86	122	22	0.350	I
2"	56.8	109	153	24	0.404	I

CODOS CACHIMBA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E (mm)	Z (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	21.3	48.5	20.3	0.020	I
3/4"	26.7	21.8	59.1	21.4	0.060	I

BUSHINGS CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	D1 (mm)	L (mm)	RE (mm)	RI (mm)	PESO (Kg)	F
3/4" - 1/2"	18.4	26.7	23	14	15	0.009	I
1" - 1/2"	18.4	33.4	30	21	17	0.021	I
1" - 3/4"	23.8	33.4	30	21	17	0.017	I
1 1/4" - 3/4"	23.8	42.2	75	22	17	0.056	T
1 1/4" - 1"	29.9	42.2	82	22	21	0.070	T
1 1/2" - 1"	29.9	48.3	70	22	21	0.057	T
1 1/2" - 1 1/4"	38.7	48.3	70	22	22	0.085	T
2" - 1/2"	18.4	60.3	104	24	27	0.108	T
2" - 3/4"	23.8	60.3	110	24	17	0.105	T
2" - 1"	29.9	60.3	92	24	21	0.124	T
2" - 1 1/2"	44.8	60.3	90	24	22	0.113	T

ADAPTADORES UNIÓN PRESIÓN-ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	46	23	17	0.017	I
3/4"	26.7	50	27	17	0.023	I
1"	33.2	57	29	21	0.040	I
1 1/4"	42.4	66	36	22	0.050	T
1 1/2"	48.4	72	41	22	0.075	T
2"	60.5	89	51	23	0.130	T
2 1/2"	73.6	107	62	35	0.145	T
3"	89.1	126	75	36	0.250	T
4"	114.9	157	97		0.500	T
6"	169.0	300	143		1.600	T
8"	220.3	391	186		3.600	T
10"	274.6	487	232		5.900	T
12"	324.6	577	275		7.000	T

R= Longitud Mínima de Rosca D1= Diámetro entrada de Campana

TAPÓN MACHO CON ROSCA

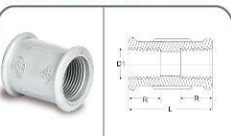


Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	P (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	21.3	30	8	33	17	0.030	I
3/4"	26.7	28	8	16	17	0.010	I
1"	33.4	34	10	19	21	0.016	I
1 1/4"	42.2	71	33	50	22	0.090	T
1 1/2"	48.3	82	41	56	22	0.100	T
2"	60.3	102	48	69	24	0.165	T

F= Proceso de Fabricación
I= Inyección
T=Termoformado

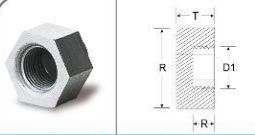
Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

UNIONES CON ROSCA INTERNA




Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	40	17	0.010	I
3/4"	23.8	48	17	0.029	I
1"	29.9	53	17	0.042	I
1 1/4"	38.7	56	21	0.053	I
1 1/2"	44.8	77	22	0.167	I
2"	56.8	97	24	0.130	I

TAPÓN HEMBRA CON ROSCA



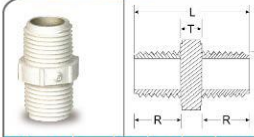
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	32	22	17	0.020	I
3/4"	23.8	36	22	17	0.023	I
1"	29.9	46	22	17	0.034	I
1 1/4"	38.7	53	36	22	0.045	T
1 1/2"	44.8	60	41	22	0.055	T
2"	56.8	74	51	24	0.075	T

UNIÓN SOQUET (ROSCA HEMBRA)



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	48	21	17	0.027	I
3/4"	26.7	53	21	17	0.043	I
1"	33.2	56	23	21	0.052	I
1 1/2"	48.4	77	33	22	0.134	T
2"	60.5	97	46	23	0.203	I
3"	89.1	158	75	36	0.370	T

NIPLE CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	40	7	16	0.010	I

¡NUEVA!

UNIÓN DE REPARACIÓN

1/2", 3/4" y 1"

Con Unión Flexible



ANEXO 12: Tomas fotográficas en campo.



ANEXO 12: Tomas fotográficas en campo.



Acta de aprobación de originalidad de tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada:

“DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO EL CIRUELO CASERÍO LA PINTADA-TÚCUME.”

Del estudiante **CHOZO SANDOVAL CONCEPCIÓN ARSENIO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **13%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 17 enero de 2020


.....
Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio
DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	--------------------------------

Reporte de turnitin

DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO EL CIRUELO CASERÍO LA PINTADA-TÚCUME


INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	9%	0%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
2	www.ingemecanica.com Fuente de Internet	1%
3	ipmarket.cl Fuente de Internet	1%
4	larepublica.pe Fuente de Internet	1%
5	nastec.eu Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.itacanet.org Fuente de Internet	<1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **Concepción Arsenio Chozo Sandoval**, identificado con DNI N.º **41991415**, egresada de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, autorizo (☒) , No autorizo (☐) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO EL CIRUELO CASERÍO LA PINTADA-TÚCUME "**; en el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....


FIRMA

DNI: 41991415

FECHA: Chiclayo 21 de enero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SOC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHOZO SANDOVAL CONCEPCIÓN ARSENIO

INFORME TITULADO:

"DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO DEL FONDO EL CIRUELO CASERIO LA PINTADA-TÚCUME"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA

: 17 de diciembre de 2019

NOTA O MENCIÓN

: Aprobado por mayoría



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Mgtr. Daniel Carlos Pineda Cartagena
Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN